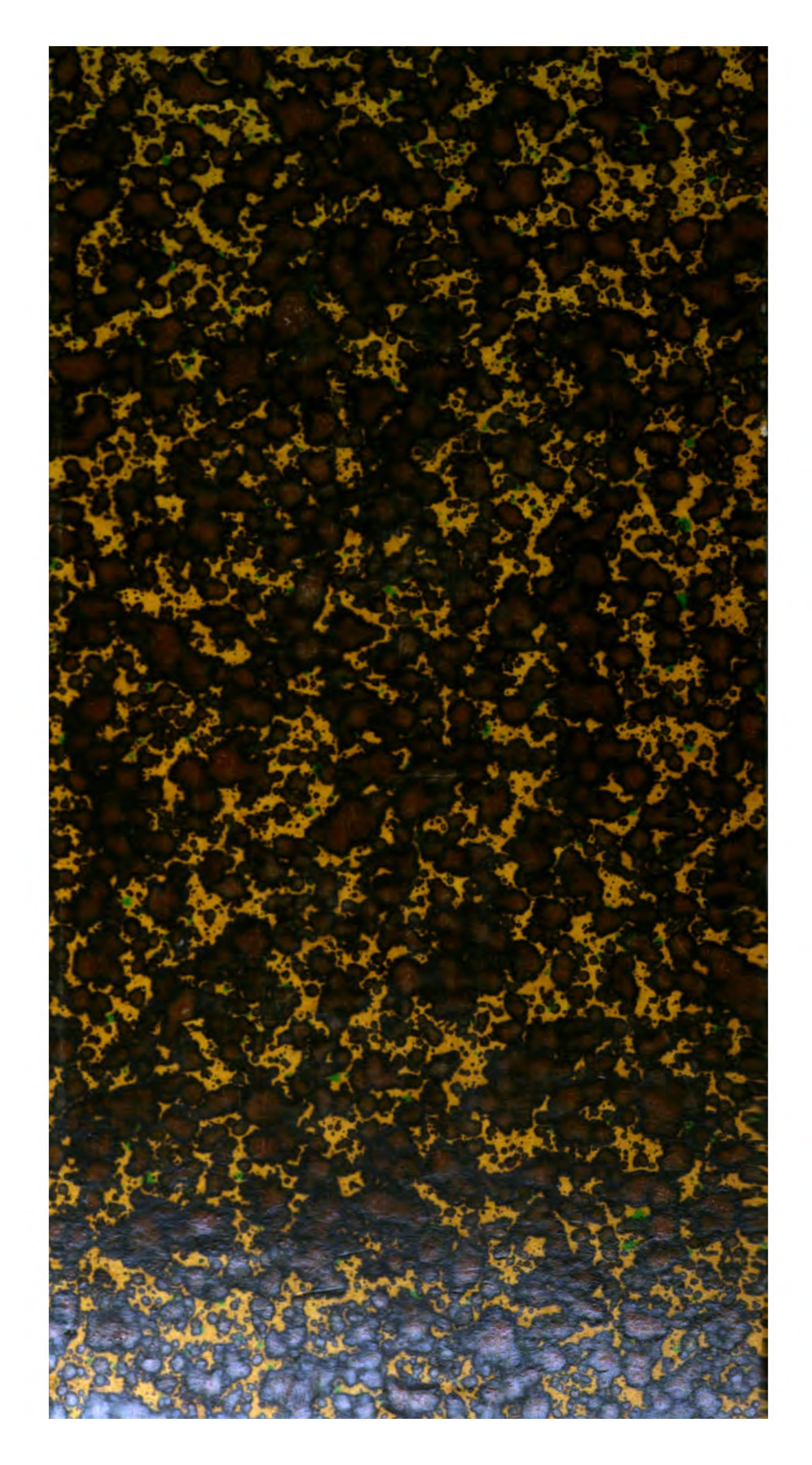



I WOULD FOUND AN INSTITUTION WHERE
ANY PERSON CAN FIND INSTRUCTION IN ANY STUDY

VERHANDLUNGEN

DES

NATURWISSENSCHAFTLICHEN VEREINS

IN

KARLSRUHE.

SECHZEHNTER BAND.

1902—1903.

KARLSRUHE.
DRUCK DER G. BRAUN'SCHEN HOFBUCHDRUCKEREI.
1903.
Printed in Germany

VERHANDLUNGEN

DES

NATURWISSENSCHAFTLICHEN VEREINS

IN

KARLSRUHE.

SECHZEHNTER BAND.

1902—1903.

KARLSRUHE.

DRUCK DER G. BRAUN'SCHEN HOFBUCHDRUCKEREI.

1903.

INHALT.

Sitzungsberichte.

Abhandlungen.

Jahresbericht.

Im Berichtsjahre 1902/03 haben 16 Sitzungen stattgefunden; sie sind, wenn man von zweien absieht, bei welcher so zahlreich Gäste anwesend waren, dass eine Zählung nicht möglich war, von 561 Mitgliedern, im Mittel also 40, besucht worden. Dabei sind 18 Vorträge gehalten worden, von denen sieben auf allgemeine und angewandte Chemie, je zwei auf Botanik, Zoologie und Anthropologie, je einer auf Bakteriologie, Geschichte, Forstwissenschaft, Geologie und Schulwesen entfallen. Das Versammlungslokal war das gleiche, wie seit langen Jahren, in der kälteren Jahreszeit der „kleine Saal“, in der wärmeren der Wirtschaftssaal des Gartengebäudes der Gesellschaft Museum. Vier Vorträge sind in Hörsälen der Technischen Hochschule gehalten worden.

Rechnungsführung.

A. Kassenstand im Berichtsjahre 1902—1903.

Einnahmen.

1. Kassenrest vom Vorjahre . . .	M.	2 577,22	
2. Beiträge von 202 Mitgliedern zu je 5 M.	„	1 010,00	
3. Rückständige Beiträge vom Vorjahre	„	10,00	
4. Zinsen aus Wertpapieren . . .	„	1 136,35	
5. Konto-Korrentzinsen	„	21,30	
6. Verkauf von Drucksachen . . .	„	15,00	
			M. 4 769,87

	Übertrag: Einnahme.		M. 4 769,87

Ausgaben.

1. Bureaukosten, Dienerschaft, Porto .	M.	394,76	
2. Steuern	„	26,74	
3. Lokalmiete	„	114,00	
4. Drucksachen	„	1 080,44	
5. Gekaufte Wertpapiere	„	1 510,90	
			„ 3 126,84
Kassenrest am 15. Mai 1903			M. 1 643,03

B. Vermögensstand.

Wertpapiere	M.	33 742,86
Kassenrest	„	1 643,03
	M.	35 382,99
Vermögensstand im Vorjahre	„	34 820,08
somit Vermehrung	M.	565,81

Büchersammlung.

Der Verein steht zurzeit mit 170 Akademien, Behörden und wissenschaftlichen Vereinen im Austausch; nicht mitgezählt sind dabei diejenigen, welche seit einigen Jahren keine Veröffentlichung mehr eingesendet haben. Im Berichtsjahr hat der Verein acht neue Tauschverbindungen eingegangen, nämlich mit:

Lloyd Library in Cincinatti.
State University in Columbus (Ohio).
Kais. Gouvernement in Dar-es-Salâm.
Ornithologisch-oologischer Verein in Hamburg.
University in Laurence (Kansas).
Instituto Geológico in Mexico.
University of Montana in Missoula.
Faculté des sciences de l'Université Rennes.

Dem Verein sind während des Berichtsjahres die nachstehenden Druckschriften zugegangen:

A. Von Behörden, Instituten und Vereinen.

Basel. Naturforschende Gesellschaft. Verhandlungen. 15. Band, 1. Heft; 16 Band. Basel 1902.

Bergen. Museum. An account of crustacea of Norway. Vol. 4; Parts 7—14. — Aarbog 1902. 1. u. 2. Heft.

Berlin. Botanischer Verein f. d. Provinz Brandenburg. Verhandlungen 43. Jahrgang 1901. Berlin 1903; 44. Jahrgang 1902. Berlin 1903.

— Deutsche geologische Gesellschaft. Kohen. Die deutsche geologische Gesellschaft in den Jahren 1848—1898 mit einem Lebensabriss von Ernst Beyrich. Berlin 1901. — Zeitschrift. 53. Band, 4. Heft; 54. Band 1. u. 2. Heft.

Bern. Naturforschende Gesellschaft. Mitteilungen aus den Jahren 1901. Nr. 1500—1518. Bern 1902.

Bonn. Naturhistorischer Verein. Verhandlungen. 58. Jahrgang, 1. u. 2. Hälfte. 59. Jahrgang 1902, 1. Hälfte.

— Niederrheinische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. Sitzungsberichte 1901, 1. u. 2. Heft. 1902, 1. Hälfte.

Boston. American Academy of Arts and Sciences. Proceedings. Vol. 37, Nr. 15—23.

Bremen. Naturwissenschaftlicher Verein. Verhandlungen. 17. Band, 1. Heft. Bremen 1903.

Breslau. Schlesische Gesellschaft für vaterländische Kultur. 29. Band 1901. Breslau 1902.

Brünn. Naturforschender Verein. Verhandlungen. 40. Band 1901. Brünn 1902. — 20. Bericht der meteorologischen Kommission im Jahre 1900. Brünn 1902.

Bruxelles. Academie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts. Bulletin de la classe sciences 1901; 1902 Nr. 1 bis 4, 6—11, 12; 1903 Nr. 1—4. — Annuaire. 1902, 68e année Bruxelles 1902; 1903, 69e année. Br. 1903.

— Société Éntomologique de Belgique. Annales Tome 46; Mémoires IX. Bruxelles 1902.

Chapel Hill. Elisha Mitchell Society. Journal. Vol. 8, Parts 1 u. 2.

Cherbourg. Société nationale des sciences naturelles et mathématiques. Mémoires. Tome 32. Paris 1900—1902.

Chur. Naturforschende Gesellschaft. Jahresbericht. 45. Band 1901/02. Chur 1902.

Córdoba. Academia nacional de ciencias. Boletin. Tomo VII, entrega 1ª. Buenos Aires 1902.

Dar-es-Salâm. Kais. Gouvernement. Berichte über Forst- und Landwirtschaft in Deutsch-Ostafrika. 1. Band, 1.—5. Heft. Heidelberg 1902 u. 1903.

Davenport. Academy of natural sciences. Proceedings. Vol. 8, 1899—1900.

Danzig. Naturforschende Gesellschaft. Schriften. 10. Band. 4. Heft. Danzig 1902.

Dresden. Naturwissenschaftliche Gesellschaft Isis. Sitzungsberichte und Abhandlungen. Jahrg. 1901, Juli—Dezember. Jahrg. 1902, Jan.—Dez.

— Genossenschaft Flora. Sitzungsberichte und Abhandlungen. 1900—1901. Dresden 1902.

Dürkheim. Pollichia. Mitteilungen. Nr. 15—17. Dürkheim 1902.

Elberfeld. Naturwissenschaftlicher Verein. Jahresbericht. 10. Heft. Elberfeld 1903.

Emden. Naturforschende Gesellschaft. 46. Jahresbericht für das Jahr 1900/01. Emden 1902.

Erlangen. Physiologisch-medizinische Societät. Sitzungsberichte. 33. Heft, 1901. Erlangen 1902.

Frankfurt a. M. Physikalischer Verein. Jahresbericht für das Rechnungsjahr 1900—1901. Frankfurt a. M. 1902.

— Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft. Bericht 1902.

Frankfurt a. O. Naturw. Verein. Helios. 19. Band. Berlin 1902.

Giessen. Oberhessische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. 33. Bericht. Giessen 1899—1902.

Graz. Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark. Mitteilungen. Jahrg. 1901. Graz 1902.

Halifax. Nova Scotian Institute of Natural Science. Proceedings and Transactions. Vol. 10. Part. 3.

Halle. Verein für Erdkunde. Mitteilungen 1902. Halle 1902.

— Kais. Leop.-Karol. Deutsche Akademie der Naturforscher. Leopoldina. Heft 38. Nr. 4, 6, 7. Heft 39. Nr. 1.

Hamburg. Ornithologisch-oologischer Verein. 1. Bericht, 1897—1901.

— Naturwissenschaftlicher Verein. Abhandlungen aus dem Gebiete der Naturwissenschaften. 17. Band. Hamburg 1902.

Hamilton. Association. Journal and Proceedings. 1901–02. Nr. 8.

Heidelberg. Naturhistorisch-medicinischer Verein. Verhandlungen. 7. Band. 1. u. 2. Heft. Heidelberg 1902.

Heidelberg-Königstuhl. Gr. Astrophysikalisches Observatorium. Publicationen. 1. Band. Karlsruhe 1902.

Lausanne. Société Vaudoise des Sciences Naturelles. Bulletin des séances. Vol. 37. Nr. 142, 143; Vol. 38. Nr. 144, 145. — Observations faites à la station météorologique du Champ-de-l'air. 15ᵉ année. 1901. Lausanne 1902.

Leipa. Nordböhmischer Excursionsclub. Mitteilungen. 24. Jahrg., 2.—4. Heft; 25. Jahrg. 1.—4. Heft; 26. Jahrg. 1. Heft.

Leipzig. Naturforschende Gesellschaft. Sitzungsberichte. 1. Jahrgang 1874; 17. u. 18. Jahrg. 1891/92; 19.—21. Jahrg. 1892/94; 22. u. 23. Jahrg. 1895/96; 24. u. 25. Jahrg. 1897/98.

Magdeburg. Naturwissenschaftlicher Verein. Jahresbericht und Abhandlungen. 1900—1902. Magdeburg 1902.

Marburg. Gesellschaft zur Förderung der gesamten Naturwissenschaften. Sitzungsberichte. Jahrgang 1901. Marburg 1902.

Marseille. Faculté des sciences. Annales. Tome XII. Paris 1902.

Mexico. Instituto Geologico. Boletin. Nr. 14. 16.

— Observatorio Magnetico-Astronómico. Informe sobre los trabajos del establecimento desde Julio de 1899 hasta Diciembre de 1901. Mexico 1902.

— Oservatorio Astronómico de Tacubaya. Anuario 1903. Mexico 1902.

Milwaukee. Public Museum. 19. and 20. Annual Reports September 1st. 1900, to Aug. 31st. 1902.

— Wisconsin Natural History Society. Bulletin. Vol. 2, Nr. 2—4.

Missoula. University of Montana. Bull. Nr. 3: Silloway. Summerbirds of Flathead Lake. 1901.

Montevideo. Museo Nacional. Anales. Torno IV, primera parte. Montevideo 1902.

München. K. Akademie der Wissenschaften. Mathem. u. phys. Klasse. Sitzungsberichte. 1902. Heft 1—3.

— Ornithologischer Verein. 2. Jahresbericht für 1899 u. 1900. München 1901.

Nancy. Société des sciences. Bulletin. Tome I, Fasc. 6; Tome II, Fasc. 1—3; Tome III, Fasc. 1.

New-York. American Museum of Natural History. Bulletin Vol. XI, Part IV; Vol. XV, Part I; Vol. XVII, Part : (The Huntington California Expedition Basketry designs o the Indians of Northern California); Vol. XVII, Part II (The Huntington Calif. Exped. II Maidu Myths,); Vol. XVIII Part 1. (The Mrs. Morris K. Jesup Expedition. Th Arapaho.)

Nürnberg. Naturhistorische Gesellschaft. Jahresbericht fü 1900. Nürnberg 1901. Abhandlungen 14. Band, mit Jahresb 1901. Nürnberg 1902.

Ottawa. Geological Survey of Canada. Geological Map o Canada. Western sheet. Nr. 783.

Philadelphia. Academy of Natural Sciences. Proceedings Vol. 53, Part III; Vol. 54, Part I, II.

Pisa. Società Toscana di Scienze Naturali. Atti. Memorie Vol. 18 Pisa 1902. — Atti. Vol. XIII. Adunanza del 4. maggio 6. luglio, 21. diciembre 1902, 18. gennaio, 8. marzo 1903

Prag. Deutscher naturwissenschaftlich-medizinischer Verein Lotos Sitzungsberichte. Jahrg. 1901. 21. Band. Prag 1901.

— K. böhm. Gesellschaft der Wissenschaften. Mathem.-naturw Klasse. Sitzungsberichte 1902. Prag 1903. — Jahresbericht f. d. Jahr 1902. Prag 1903. — Doppler. Über das farbige Licht der Doppelsterne und einiger anderer Gestirne des Himmels. Zur Feier seines 100. Geburtstages neu herausgegeben von Studnička. Prag 1903.

Rio de Janeiro. Museu Nacional. Archivos. Vol. 10. Rio de Janeiro 1899; Vol. 11. R. d. J. 1901.

Roma. R. Accademia dei Lincei. Classe di science fisiche, matematiche e naturali. Atti. Vol. II, Fasc. 8—12 1. semestre; Vol. II, Fasc. 1—12. 2. sem.; Vol. 12, Fasc. 1—5, 7 u. 8. 1. sem. — Rendiconto dell' adunanza solenne del 1 giugno 1902.

— R. Comitato Geologico d'Italia. Bollettino. Anno 1901, Nr. 4; Anno 1902. Nr. 1—3.

St. Gallen. Naturwissenschaftliche Gesellschaft. Bericht über die Tätigkeit während der Jahre 1888/89, 1889/90, 1890/91. 1891/92, 1892/93, 1893/94, 1897/98, 1899/1900, 1900/01.

Sion. Société Murithienne. Bulletin, Fasc. 31. Année 1902. Sion 1902.

Stockholm. Entomologiska Föreningen. Entomologiska Tidskrift 1902. 1—4. Stockholm 1902.

Stuttgart. Verein für vaterländische Naturkunde. Jahreshefte. 50. Jahrgang. Stuttgart 1894; 58. Jahrg. St. 1902; — Beilage zum 58. Jahrg.: Verzeichnis der mineralogischen, geologischen, urgeschichtlichen und hydrologischen Literatur von Württemberg, Hohenzollern und den angrenzenden Gebieten. I. Die Literatur von 1901 nebst Nachträgen und Zusätzen zu Ecks Literaturverzeichnis. Stuttgart 1902.

— Württ. Kommission für Landesgeschichte. Württ. Vierteljahrshefte für Landesgeschichte. 11. Jahrg. 1902. Heft 1—4. Stuttgart 1902.

Sydney. Australian Museum. Records. Vol. 4, Nr. 6—7. Sydney 1902. — Report of Trustees for the year 1901.

— R. Society of New South Wales. Journal and Proceedings for 1901. Vol. 35. Sydney 1901.

Tiflis. Physikal. Observatorium. Meteorol. Beobachtungen im Jahre 1898. Tiflis 1901.

Tokio. Zoological Society. Annotationes zoologicae japonenses. Vol. IV, Part III u. IV. Tokio 1902.

Upsala. Geological Institution of University. Bulletin. Vol. V, Part. 2, 1901. Nr. 10.

Washington. American Academy of Sciences. Memoirs. Vol. VIII.

— Smithsonian Institution. Annual Report for the year ending June 30. 1901. Washington 1902.

— U.S. Department of Agriculture, Division of Biological Survey. Yearbook 1901. Wash. 1902. — North American Fauna. Nr. 22.

Wien. Akademie der Wissenschaften. Anzeiger. 1902, Nr. 10 bis 27; 1903, Nr. 1—9.

— K. K. Geologische Reichsanstalt. Verhandlungen: 1902 Nr. 5 bis 18; 1903 Nr. 1—4. — Jahrbuch: Jahrgang 1901, 51. Band, 3. u. 4. Heft. Wien 1902; Jahrgang 1902. 52. Band. 1. Heft. Wien 1902.

— K. K. Naturhistorisches Hofmuseum. Annalen Band 16, Nr. 3—4. Wien 1901; Band 17. Nr. 1—4. Wien 1902.

Wiesbaden. Nassauischer Verein für Naturkunde. Jahrbücher. Jahrgang 55. Wiesbaden 1902.

Zürich. Naturforschende Gesellschaft. Vierteljahrsschrift. 47. Jahrgang 1902. 1. u. 2. Heft. Zürich 1902.

Zwickau. Verein für Naturkunde. Jahresbericht 1900 u. 1901. Zwickau 1902.

B. Vom Verfasser.

Janet, M. Charles. Notes sur les travaux scientifiques présentés à l'Académie des Sciences au concours de 1896 pour le prix Thore. Lille.

— Etude sur les fourmis, les guêpes et les abeilles. (15e note). Paris 1897.

— L'esthétique dans les sciences de la nature. Paris 1890.

— Les habitations à bon marché dans les villes de moyenne importance. Bruxelles 1897.

— Sur l'emploie de Désinences, caractéristiques dans les dénominations de groupes établis pour les classifications zoologiques. Beauvais 1898.

— Recherches sur l'anatomie de la fourmi et essai sur la constitution morphologique de la tête de la insecte. Paris 1900.

— Notes sur les fourmis et les guêpes.

Vorstand.

Der Vorstand hat im Berichtsjahre aus den Herren

1. Geheimerat Prof. Dr. Engler, als Vorsitzenden,
2. Geh. Hofrat Prof. Dr. Lehmann, als Stellvertreter des Vorsitzenden,
3. Prof. Dr. Futterer, als Schriftführer,
4. O. Bartning, als Kassier,
5. Geheimerat Dr. Battlehner,
6. Geheimerat Oberbaudirektor Honsell,
7. Direktor P. Treutlein

bestanden.

Die Geschäfte des Schriftführers hat Herr Geh. Hofrat Meidinger anstelle des wegen Krankheit beurlaubten Herrn Prof. Futterer, jene des Redakteurs der Vereinsverhandlungen und des Bibliothekars hat Prof. Dr. Schultheiss besorgt.

In der Mitgliederhauptversammlung vom 15. Mai 1903 ist der gesamte Vorstand wieder gewählt worden.

Bewegung unter den Mitgliedern.

Neu eingetreten sind die Herren: Augenarzt Dr. Alberti, Apotheker Albicker, Assistent Dr. Arnold, Assistent Auerbach, Oberkriegsgerichtsrat G. Becker, Assistent Buri, Handelslehrer Fink, prakt. Arzt Dr. Genter, Prof. Dr. Haussner, Assistent Dr. Jahn, Chemiker Dr. Just, Reallehrer Knauer, Wirk. Geh. Kriegsrat Kund, Ökonomierat Magenau, Zinkograph Mayer, Dr. K. Paravicini, Oberschulrat Rebmann, Verbandssekretär Riehm, Geh. Hofrat Dr. Schenck, Forstpraktikant Stoll, Generalmajor z. D. v. Wallenberg.

Der Verein hat den Tod dreier Mitglieder zu beklagen. Am 23. Oktober 1902 starb das Ehrenmitglied Herr Staatsrat Prof. Dr. von Trautschold, der in früheren Jahren, als ihn noch nicht ein tückisches Leiden ans Zimmer fesselte, ein regelmässiger Besucher der Sitzungen war; am 16. Juni 1902 starb Herr Hofrat Prof. Dr. Schröder, der dem Verein seit dem Jahre 1876 angehörte und der mit seinem vielseitigen reichen Wissen häufig Anlass zur Anregung und zu Meinungsaustausch gegeben hat. Am 15. Juni 1902 verstarb der Assistent an der Technischen Hochschule Herr Weilandt.

Ausgetreten sind, meist infolge von Wegzug, die Herren: Professor Cramer, Assistent Dr. Eichhorn, Chemiker Dr. Glaser, Lehramtspraktikant Horn, Chemiker Jakubowski, Oberamtmann Kamm, Kaufmann Martin, Lehramtspraktikant Reichmann, Lehrer Schröder, Prof. Seith, Apotheker Witkowski.

Der Verein hat am Schlusse des Vereinsjahres 211 Mitglieder gezählt und hat damit eine Stärke erreicht, die er seit seiner Gründung noch niemals besessen hat.

Mitglieder-Verzeichnis.

a. Ehrenmitglieder.

Die Herren:

Meidinger, Professor Dr., Geh. Hofrat in Karlsruhe (1901).

Moritz, Dr. A., Staatsrat in Dorpat (1864).

Struve, O. von, Russ. Wirkl. Geheimerat in Karlsruhe, Excellenz (1899).

b. Korrespondierendes Mitglied.

Herr R. Temple, Schriftsteller in Buda-Pest.

*c. Mitglieder.**

Alberti, Dr., Augenarzt (1902).

Albicker, Karl, Apotheker (1902).

Allers, H., Zahntechniker (1899).

Ammon, Otto, Schriftsteller (1883).

Arnold, Dr. Em., Assistent für Chemie an der Technischen Hochschule (1903).

Arnold, Eng., Hofrat, Professor der Elektrotechnik an der Technischen Hochschule (1895).

Auerbach, Dr., Assistent für Zoologie am Grossh. Naturalienkabinet (1903).

Babo, Freiherr von, Baurat (1902).

Bartning, O., Rentner (1882).

Battlehner, Dr. F., Geheimerat (1866).

Battlehner, Dr. Th., Oberarzt am städt. Krankenhaus (1898).

Bauer, Dr. Ludwig, Professor am Realgymnasium (1902).

Becker, Gustav, Oberkriegsgerichtsrat (1902).

Beeg, H., Fabrikdirektor in Durlach (1902).

Behm, O., Mechaniker (1889).

Behrens, Prof. Dr. J., Vorstand der landw. Versuchsanstalt in Augustenberg bei Grötzingen (1902).

Benckiser, Dr. A., Hofrat, prakt. Arzt (1890).

Benckiser, Dr. W., Oberamtsrichter (1899).

Benoit, G., Professor des Maschinenbaues an der Technischen Hochschule (1902).

Berberich, Dr. A., prakt. Arzt (1897).

Blankenhorn, Prof. Dr. A. (1869).

* Die beigefügten Zahlen bedeuten das Jahr der Aufnahme.

Böhm, Dr. F., Ministerialrat (1899).
Bongartz, Dr. A., prakt. Arzt (1896).
Brauer, E., Hofrat, Professor der theoretischen Maschinenlehre an der Technischen Hochschule (1893).
Brian, Dr. E., Medizinalrat (1895).
Brode, Dr. J., Assistent an der Technischen Hochschule (1901).
Buch, H., Ministerialrat (1899).
Bürgin, J., Obergeometer an der Technischen Hochschule (1894).
Buri, Theod., Assistent am mineralog. Institut der Technischen Hochschule (1903).
Buhl, Dr. H., Fabrikant in Ettlingen (1899).
Bunte, Dr. H., Geh. Hofrat, Professor der chemischen Technologie an der Technischen Hochschule (1888).
Carl, Dr., Schlachthaustierarzt (1901).
Cathiau, Dr. Th., Rektor der Gewerbeschule (1876).
Clauss, Dr. H. W., prakt. Arzt (1898).
Delisle, R., Oberingenieur a. D. (1886).
Dieckhoff, Dr. E., a. o. Professor der Chemie an der Technischen Hochschule (1880).
Dittrich, Dr. Th., Privatier (1897).
Doederlein, G., Dr. Ing., Oberingenieur (1899).
Döll, G., Medizinal-Assessor (1875).
Dörr, J., Professor an der Realschule (1895).
Doll, Dr. K., prakt. Arzt (1890).
Dolletschek, Ed., Kaufmann (1877).
Drach, A., Oberbaurat und Professor an der Technischen Hochschule (1881).
Durler, J., Professor am Gymnasium (1899).
Edelsheim, W., Freiherr von, Obersthofmeister, Exzellenz (1867).
Eitel, Dr. K. H., Apotheker (1897).
Eitner, Dr. P., Laboratoriumsvorstand an der chemisch-technischen Prüfungs- und Versuchsanstalt (1901).
Engler, Dr. K., Geheimerat, Professor der Chemie an der Technischen Hochschule (1876).
Eppenich, E., Civilingenieur (1902).
Fink, Handelslehrer (1903).
Fischbach, Dr. E., prakt. Arzt (1895).
Fischer, Otto, Hoflieferant (1900).

Föhlisch, Dr. E., Fabrikinspektor (1900).
Frankenstein, Dr. W., Assistent an der Technischen Hochschule (1901).
Futterer, Dr. K., Professor der Mineralogie und Geologie an der Technischen Hochschule (1895).
Gelpke, Dr. Th., Augenarzt (1892).
Genter, Dr., prakt. Arzt (1902).
Gernet, K., General-Oberarzt a. D. (1875).
Glockner, B., Geheimerat, Direktor der Steuerdirektion (1878).
Goedecker, E., Ingenieur (1899).
Goffin, L., Direktor der Maschinenbaugesellschaft (1879).
Gräbener, L., Hofgartendirektor (1880).
Gräfenhan, Dr. P., Professor am Kadettenkorps (1897).
Grashof, R., Professor am Gymnasium (1895).
Gutmann, Dr. K., prakt. Arzt (1894).
Gutsch, Dr. L., Medizinalrat, Spezialarzt für Chirurgie (1895).
Haass, R., Prof., Laboratoriumsvorstand an der chemisch-technischen Versuchsanstalt (1875).
Haber, Dr. F., a. o. Professor der Chemie an der Technischen Hochschule (1896).
Hafner, Fr., Regierungsrat (1886).
Haid, Dr. M., Geh. Hofrat, Professor der Geodäsie an der Technischen Hochschule (1882).
Hart, J., Geheimerat, Professor des Maschinenbaues an der Technischen Hochschule (1870).
Hassenkamp, K., Rentner (1875).
Hauser, Dr. W., Obermedizinalrat (1898).
Haussner, Dr. Rob., Professor der Mathematik und Oberbibliothekar an der Technischen Hochschule (1902).
Hausrath, Dr. H., a. o. Professor der Forstwissenschaft an der Technischen Hochschule (1897).
Heinsheimer, Dr. F., prakt. Arzt (1902).
Heintze, Dr., Ministerialrat (1900).
Helbing, Dr. P., prakt. Arzt (1896).
Hemberger, J., Hofbaudirektor a. D. (1880).
Henning, Th., Kommerzienrat (1896).
Hess, Geh. Oberpostrat und Oberpostdirektor a. D. (1901).
Hildebrandt, M., Geh. Oberfinanzrat (1881).
Hilger, Dr. K., (1892).

Hoffmann, Dr. H., prakt. Arzt (1881).
Hoffmann, K., Major a. D. (1897).
Holzmann, A., Professor an der Oberrealschule (1893).
Homburger, Dr. Th., prakt. Arzt (1898).
Honsell, M., Geheimerat, Direktor des Wasser- und Strassenbaues, Professor des Wasserbaues an der Techn. Hochschule (1894).
Hübler, A., Professor am Realgymnasium (1895).
Jacob, H., Oberamtmann in Triberg (1901).
Jahn, Dr., Assistent für Bodenkunde an der Technischen Hochschule (1903).
Jahraus, W., Buchhändler (1899).
Jourdan, Dr. J., prakt. Arzt (1894).
Jschler, O., Professor an der Realschule (1900).
Just, Dr., Chemiker (1903).
Kaiser, Dr. F., Medizinalrat (1889).
Karle, M., Professor am Gymnasium (1897).
Kast, Dr. H., a. o. Professor der Chemie an der Technischen Hochschule (1883).
Kaufmann, Dr. A., Chemiker (1902).
Keller, K., Geh. Hofrat, Professor des Maschinenbaues an der Technischen Hochschule (1869).
Klein, Dr. L., Professor der Botanik an der Technischen Hochschule (1895).
Klein, L., Assistent an der chemisch-technischen Prüfungs- und Versuchsanstalt (1897).
Knauer, Leonh., Reallehrer (1902).
Kneucker, A., Hauptlehrer (1902).
Knittel, Dr. A., Buchdruckereibesitzer (1902).
Knittel, Dr. R., Buchhändler (1895).
Kohlhepp, Fr., Bezirkstierarzt (1886).
Kölmel, Prof. Dr., in Baden.
Kors, A. van der, Bankdirektor (1890).
Kressmann, A. Th., Major a. D. (1875).
Kronstein, Dr. A., Assistent am chemischen Laboratorium der Technischen Hochschule (1896).
Krumm, Dr. F., Spezialarzt für Chirurgie (1897).
Kund, Th., Wirkl. Geh. Kriegsrat (1903).
Künkel, K., Reallehrer in Ettlingen (1902).
Küster, E., Generalleutnant z. D., Exzellenz (1895).

Kux, Dr. H., Chemiker (1899).

Lang, Dr. A., Professor am Realgymnasium (1897)

Le Blanc, Dr. M., Professor der physikalischen Chemie und Elektrochemie an der Technischen Hochschule (1901).

Lehmann, Dr. O., Geh. Hofrat, Professor der Physik an der Technischen Hochschule (1890).

Lembke, Dr. E., prakt. Arzt (1894).

Leutz, F., Hofrat, Seminardirektor (1872).

Leutz, H., Professor am Realgymnasium (1895).

Levinger, Dr. F., prakt. Arzt (1895).

Lorenz, W., Kommerzienrat (1879).

Lüders, P., Ingenieur in Berlin (1895).

Magenau, Ökonomierat in Augustenberg bei Grötzingen (1903).

Maier, E., Geh. Hofrat, Augenarzt (1871).

Marschalck, K. von, Major a. D. (1896).

Massinger, R., Professor an der Oberrealschule (1894).

May, Dr. W., Privatdozent für Zoologie uud Assistent an der Technischen Hochschule (1899).

Mayer, Rud., Zinkograph (1893).

Meess, Ad., Stadtrat (1899).

Meidinger, Dr. H., Geh. Hofrat, Vorstand der Grossh. Landesgewerbehalle und Professor der technischen Physik an der Technischen Hochschule (1865). (Ehrenmitglied 1901.)

Migula, Dr. W., a. o. Professor der Botanik und naturwissenschaftlichen Hygiene an der Technischen Hochschule (1891).

Millas, K. de, Ingenieur (1893).

Molitor, Dr. E., prakt. Arzt (1894).

Müller, Dr. Eberh., Chemiker (1900).

Müller, Dr. L., Medizinalrat (1896).

Müller, Dr. U., a. o. Professor der Forstwissenschaft an der Technischen Hochschule (1893).

Muth, Dr., Privatdozent der Botanik an der Technischen Hochschule; Augustenberg bei Grötzingen (1902).

Näher, R., Baurat (1893).

Neumann, Dr. M., prakt. Arzt (1901).

Netz, F., prakt. Arzt (1893).

Nüsslein, Dr. J., Assistenzarzt (1900).

Nüsslin, Dr. O., Hofrat, Professor der Zoologie an der Technischen Hochschule (1878).

Oechelhäuser, Dr. A. von, Hofrat, Professor der Kunstgeschichte an der Technischen Hochschule (1898).

Paull, Dr. H., prakt. Arzt (1898).

Paravicini, Dr. R., Hilfsarbeiter im Ministerium des Innern (1903).

Pfeil, Dr., Assistent am chemisch-technischen Institut der Technischen Hochschule (1901).

Platz, H., Fabrikdirektor (1902).

Reck, K. von, Freiherr, Geheimerat und Kammerherr (1869).

Rebmann, E., Oberschulrat (1902).

Rehbock, Th., Professor des Wasserbaues an der Technischen Hochschule (1900).

Reichard, Fr., Stadtbaurat, Direktor der städtischen Gas- und Wasserwerke (1892).

Resch, Dr. A., prakt. Arzt (1888).

Riehm, Verbandssekretär (1903).

Riffel, Dr. A., prakt. Arzt, a. o. Professor für Hygiene an der Technischen Hochschule (1876).

Risse, Dr. H., prakt. Arzt (1899).

Röder von Diersburg, Oberst z. D. und Kammerherr (1901).

Rosenberg, Dr. M., prakt. Arzt (1898).

Roth, Dr. K., prakt. Arzt (1897).

Rupp, G., Professor, Laboratoriumsvorstand an der Grossh. Lebensmittelprüfungsstation (1899).

Sachs, W., Geh. Oberfinanzrat (1885).

Schaaff, E., Privatier (1899).

Schellenberg, R., Finanzrat (1899)

Schenck, Jul., Geh. Hofrat (1902).

Scheurer, K., Hofmechaniker und Optiker (1877).

Schleiermacher, Dr. A., Professor der theoretischen Physik an der Technischen Hochschule (1881).

Schmidt, Fr., Professor der wissenschaftlichen Photographie an der Technischen Hochschule (1892).

Scholl, Dr. Rol., a. o. Professor der Chemie an der Technischen Hochschule (1896).

Schultheiss, Professor Dr., Grossh. Meteorologe (1886).

Schur, Dr. F., Professor der Geometrie an der Technischen Hochschule (1901).

Schwarzmann, Dr. M., Privatdozent für Mineralogie an der Technischen Hochschule und Assistent am Naturalienkabinet (1901).

Schweickert, M., Oberlehrer a. D. (1873).

Seneca, F., Fabrikant (1863).

Siefert, X., Oberforstrat, Professor der Forstwissenschaft an der Technischen Hochschule (1895).

Sieveking, Dr. H., Assistent an der Technischen Hochschule (1902).

Sievert, E., Major a. D. (1884).

Sprenger, A. E., Geh. Oberregierungsrat (1878).

Spuler, Dr. A., a. o. Professor der Anatomie in Erlangen (1897).

Stark, F., Professor an der Oberrealschule (1895).

Stein, H., Apotheker in Durlach (1896).

Steiner, Dr. A., prakt. Arzt (1896).

Sternberg, Dr. H., prakt. Arzt (1897).

Steude, Dr. M., Sekretär (1896).

Stoll, Herm., Forstpraktikant, Assistent an der Technischen Hochschule (1902).

Struve, O. von, Russ. Wirkl. Geheimerat, Exzellenz (1895). (Ehrenmitglied 1899.)

Suck, O., Hofphotograph (1897).

Teichmüller, Dr. J., a. o. Professor der Elektrotechnik an der Technischen Hochschule (1899).

Tein, Dr. M. von, k. bayer. Bauamtmann (1888).

Treutlein, P., Direktor des Realgymnasiums (1875).

Tross, Dr. O., prakt. Arzt (1893).

Volz, H., Professor an der Akademie der bildenden Künste (1892).

Wacker, M., Professor am Realgymnasium (1897).

Wagner, Dr. E., Geheimerat, Konservator der Altertümer (1864).

Wagner, G., Privatier in Achern (1876).

Wagner, Leop., Prokurist in Ettlingen (1899).

Wallenberg, A. von, Generalmajor z. D. (1903).

Wedekind, Dr. L., Hofrat, Professor der Mathematik an der Technischen Hochschule (1876).

Weiler, Dr. A., Professor a. D. (1883).
Wiegers, Dr. F., k. preuss. Geologe, Berlin.
Williard, A., Baurat a. D. (1895).
Wilser, Dr. L., in Heidelberg (1881).
Wittmer, K., Forstrat (1899).
Wöhler, Dr. Loth., Privatdozent und Assistent am chemischen Laboratorium der Technischen Hochschule (1898).
Wunderlich, Dr. H., prakt. Arzt (1896).
Zartmann, Dr. F., Privatmann (1899).
Ziegler, Dr. V., prakt. Arzt (1899).
Zimmermann, Fr., Maschineninspektor (1899).

Für die Redaktion verantwortlich:
Prof. Dr. Schultheiss.



Sitzungsberichte.

---

581. Sitzung am 6. Juni 1902.

Fortsetzung der Mitglieder-Hauptversammlung vom 16. Mai 1902.

Vorsitzender Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 27 Mitglieder.

Herr Direktor Treutlein gab für den Kassier, der am Erscheinen verhindert war, den üblichen Kassenbericht mit dem Bemerken, dass er die Rechnungen geprüft und richtig gefunden habe. Der Kassier wurde darnach entlastet.

Herr Professor Rupp hielt hierauf einen Vortrag „Über diätetische Nahrungsmittel". Einleitend besprach der Vortragende die Zusammensetzung unserer Nahrungsmittel aus den einzelnen Nährstoffen des Tier- und Pflanzenreiches, wie Wasser, Eiweisstoffe, Fett, Kohlehydrate und Mineralstoffe, sowie die Bedeutung derselben für die Ernährung.

Die wichtigste Rolle unter diesen fünf Gruppen spielen zweifellos die Eiweiss- oder Proteïnstoffe und nach dem Gehalt eines Nahrungsmittels an Eiweisstoffen wird in der Regel der Nährwert desselben bemessen.

Durch die Umsetzung der Eiweisstoffe im menschlichen Organismus ist die Lebenstätigkeit bedingt und wird Wärme erzeugt, indem dieselben zu Kohlensäure, Sauerstoff und Wasser verbrannt werden. Die Hauptenergiequelle für den Organismus bildet somit das Eiweiss, es steigert die körperliche Leistungsfähigkeit und vermehrt die Muskelkraft. Die Eiweisstoffe sind auch die wichtigsten Bestandteile des tierischen und pflanzlichen Organismus. Das Blut, sowie alle tierischen Gewebe und Organe, Muskel, Herz, Leber, Lunge u. s. w., sind vorwiegend aus diesen Eiweissverbindungen zusammengesetzt.

Ihrer Elementarzusammensetzung nach bestehen die Eiweissstoffe aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff, mehrere enthalten ausserdem noch Schwefel, einige Phosphor.

In bezug auf ihre chemischen Eigenschaften teilt man die Eiweisstoffe ein in:

I. Wasserlösliche Albumine:

1. Eigentliche Eier-, Blut-, Milch- und Pflanzenalbumine: Albumin.

2. Caseïne: Milch-, Pflanzencaseïn.

3. Fibrine: Blut-, Muskel- und Pflanzenfibrin.

II. Globuline, die in Wasser unlöslich, in verdünnter Kochsalzlösung aber löslich sind.

III. Proteïde: Schleimstoffe, Verbindungen von Kohlehydraten mit Eiweisstoffen.

Es wurden nun die Eigenschaften der Eiweisstoffe in bezug auf ihre Löslichkeit in Säuren und Alkalien, das Koagulieren des Eiweisses beim Erwärmen u. s. w. besprochen.

Im zweiten Teil des Vortrages wurde die Entnahme des Eiweissbedarfs bei der richtigen Ernährung aus dem Tier- und Pflanzenreich besprochen, der für den gesunden Menschen 118 bis 150 Gramm pro Tag beträgt.

Wir entnehmen die Eiweisstoffe teils aus dem Fleisch unserer Schlachttiere, des Wildes und des Geflügels mit 15 bis 23 Prozent Eiweisstoffen; der Fische, die zu den eiweissreichsten Nahrungsmitteln gehören, und bis zu 82 Prozent Eiweiss enthalten (Stockfische), ferner aus Milch und Käse, letzterer mit 26 bis 34 Prozent Eiweisstoffen. Aus dem Pflanzenreich sind es in erster Linie die Hülsenfrüchte, Bohnen, Erbsen und Linsen, mit 23 bis 27 Prozent und die Mehlarten mit 8 bis 11 Prozent Eiweisstoffen.

Seit längerer Zeit ist man bestrebt, für die bessere Ernährung des Menschen neue billige Eiweissquellen zu erschliessen, doch ist die Industrie von der Lösung dieses Problems noch weit entfernt. Der springende Punkt ist hier, wie bei allen Nahrungsmitteln, die Verdaulichkeit und die Verwertung und Ausnutzung des Verdauten im Organismus und nicht minder der Kostenpunkt.

Redner erläutert durch eine tabellarische Gegenüberstellung des Nähr- und Geldwerts des in letzter Zeit unter grosser Reklame im Handel befindlichen Tropons und verschiedener Fleischarten, der Fische, der Hülsenfrüchte, Käse u. s. w., dass man in

den alten Nahrungsmitteln das Eiweiss ebenso billig und zum Teil noch billiger erhalten kann als im Tropon und derartigen Nährpräparaten.

Nun will man aber mit den Nährpräparaten die Nahrungsmittel nicht ersetzen, man geht vielmehr darauf aus, Nährmittel herzustellen, die einen möglichst hohen Gehalt an verdaulichem Eiweiss enthalten, um namentlich bei krankhaften Zuständen des Organismus und bei Rekonvaleszenten durch Darreichung geringer Mengen von Nahrung eine bessere Ernährung durch erhöhte Eiweisszufuhr zu ermöglichen. In dieser Richtung ist es der Nahrungsmittelindustrie in letzter Zeit gelungen, eine Reihe von guten Nährpräparaten in konzentrierter Form zu schaffen, was für Kranke, die wenig zu sich nehmen können, von grösster Wichtigkeit ist. So z. B. das Aleuronatbrod (mit 35 Proz. Eiweisstoff) für Diabetiker, welche Kohlenhydrate in ihrem Körper nicht zu zersetzen vermögen, sondern sie als Glukose im Harn abscheiden.

Die Herstellung dieser diätetischen Nahrungsmittel geschieht im allgemeinen in der Weise, dass man Fleisch, Fischen, Eiern, Milch und eiweisshaltigen Pflanzenstoffen (Weizenmehl, Reis u. s. w.) durch Behandlung mit verdünnten Ätzalkalien die Eiweisstoffe entzieht, die erhaltenen Lösungen durch Ausschütteln mit Äther von Fett befreit und aus diesen wässerigen alkalischen Lösungen mittels verdünnter Säuren die Eiweisstoffe abscheidet. Durch Auswaschen, Trocknen und Pulverisieren der Abscheidungen erhält man reines animalisches oder vegetabilisches Eiweiss.

Der Vortragende schilderte nun die Eigenschaften und die Zusammensetzung einer grossen Reihe von Nährpräparaten, wie sie jetzt im Verkehr sind, in eingehender Weise. So die Nährpräparate, die 1. aus Fleisch, Blut und Hühnereiweiss hergestellt werden, als Samatose, Soson, Roborin, Sicco, Hämatogen, Fleischsaft (Beaf tea), Puro, Albumose-Fleischextrakt und Fleischpeptone; 2. aus Milcheiweiss (Caseïn) bestehende Nährmittel als Plasmon, Eulactol, Nutrose, Sanatogen, Sanose, Nährstoff Heyden; 3. Pflanzeneiweisspräparate: Aleuronat, Roborat, Energin, Mutase, Tropon (Mischung von Fleisch- und Pflanzeneiweiss), sowie die präparierten Mehle, Haferkakao.

Schliesslich wurden noch die sogenannten „Anregungsmittel“, wie die verschiedenen Fleischextrakte, Bowril, Toril, die Maggischen Suppenwürzen, sowie die in neuerer Zeit aus Hefe her-

gestellten fleischextraktähnlichen Präparate, „Ovos und Siris“ besprochen.

Daran anschliessend beantwortete der Vortragende noch die aus der Versammlung gestellten Anfragen bezüglich des neuen Reichsgesetzes, das Verbot der Verwendung von „Konservierungsmitteln“ betreffend, wie Borsäure, schwefligsaure Salze u. s. w. und betonte, dass die Benützung dieser Chemikalien bei der Herstellung von Nahrungs- und Genussmitteln im Interesse der menschlichen Gesundheit mit vollem Recht verboten worden sei insbesondere da Mittel und Wege vorhanden sind, unsere Nahrungsmittel ohne gesundheitsschädliche Chemikalien zu konservieren

Daran knüpfte sich noch eine kurze Besprechung über die vorzügliche Wirkung des Genusses von Rohr- oder Rübenzucker auf die Leistungsfähigkeit des Organismus bei körperlichen Anstrengungen

An den Vortrag knüpfte sich eine lebhafte Besprechung, an der sich die Herren Ammon, Bauer, Carl, Engler, Rehbock Schröder und Wöhler beteiligten.

Herr Direktor Treutlein machte zum Schluss auf drei merkwürdige Menschenbildungen aufmerksam, die zurzeit in Karlsruhe zu sehen seien — ein im ganzen Gesicht vollständig behaarter Erwachsener, und ein kaum tischhohes Paar von sonst ganz normaler Bildung.

582. Sitzung vom 20. Juni 1902.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 20 Mitglieder.

Der Vorsitzende widmete dem kurz vorher verstorbenen langjährigen Mitglied Hofrat Schröder einen warm empfundenen Nachruf, wobei er dessen Verdienste um die Wissenschaft und um den Verein, dem seine vielseitigen Kenntnisse viele dankenswerte Anregungen gegeben haben, hervorhob.

Herr Major a. D. Kressmann erbat die Mithilfe der Vereinsmitglieder bei der Ausfindigmachung einer geeigneten Lehrkraft für die beschreibenden Naturwissenschaften, welche für die von ihm mitbegründete deutsche Nationalschule benötigt sei.

Herr Privatdozent Dr. May hielt hierauf einen Vortrag über Jean Lamarck, der unter den Abhandlungen zum Abdruck gebracht ist.

An der sich hieran knüpfenden Besprechung beteiligten sich ausser dem Vortragenden die Herren Beeg, Engler und Kressmann.

583. Sitzung vom 4. Juli 1902.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 35 Mitglieder. Neuangemeldete Mitglieder die Herren: Apotheker Albicker, prakt. Arzt Dr. Genter, Reallehrer Knauer.

Herr Hauptlehrer Kneucker berichtete über eine botanische Studienreise, die er im Frühjahr mit Herrn Dr. Genter durch die Sinaihalbinsel ausgeführt hatte. In anziehender Weise schilderte der Vortragende seine Reise zuerst zu Schiff durch das Rote Meer nach Tor, von da in Begleitung von Beduinen in mehrtägigem Marsch auf Kameelen durch die Wüste an das Sinaigebirge und durch dessen felsige Schluchten bis zum Sinaikloster St. Katharine, in dessen Nähe für einige Tage Halt gemacht wurde, um den Djebel Musa, die Katharinenspitze (2602 m hoch) und andere Höhen zu ersteigen. Nach einer im Verhältnis zu der spärlichen Vegetation reichen botanischen Ausbeute ging es alsdann durch Felsenberge und wüstenartige Hochtäler zum Djebel Serbal, welches der eigentliche heilige Berg des alten Testaments sein soll, von da in wiederum mehrtägigem Karawanenmarsch an den alten ägyptischen Türkisengruben, woselbst ein Engländer neuerdings nach diesen Edelsteinen gräbt, vorbei nach Suez. Nach einem Abstecher nach Kairo und seine Umgebung, Gizeh, Sakarha u. s. w., wurde der Heimweg über Marseille angetreten. Der Vortrag war durch wohlgelungene, selbstaufgenommene Photographien ergänzt, insbesondere auch durch zahlreiche Pflanzen der Wüstenflora, über welche Herr Kneucker in einer wissenschaftlichen Arbeit noch eingehender berichten wird. An den mit grossem Beifall aufgenommenen Vortrag schloss sich eine lebhafte Unterhaltung, auch begrüsste der Vorsitzende, Herr Geheimerat Dr. Engler, den auf Besuch hier weilenden und in der Sitzung anwesenden Herrn Dr. Kaiser aus Kairo als den bewährten Freund und Ratgeber aller Deutschen und besonders Badener, welche zu wissenschaftlichen Zwecken Ägypten und die benachbarten Gegenden bereisen.

584. Sitzung am 18. Juli 1902.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend: 43 Mitglieder. Neu angemeldete Mitglieder: Herr Dr. Auerbach, Assistent an der zoologischen Abteilung des Grossh. Naturalienkabinets, Herr Prof. Dr. Haussner, Professor der Mathematik und Oberbibliothekar an der Technischen Hochschule.

Herr Geheimerat Dr. Engler besprach die Frage der Darstellung künstlicher Diamanten. Da die natürlichen Dia-

manten sich durchweg in angeschwemmtem Erdreich, also nicht mehr im ursprünglichen Gestein vorfinden, wurde man erst durch das Auffinden ganz kleiner Diamanten in einem 1886 im südöstlichen Russland niedergefallenen Meteoriten (ein gleichzeitig gefallener Meteorit wurde leider von einem abergläubischen Bauern verzehrt) auf die Idee gebracht, dass diese Edelsteine aus flüssigem Eisen ausgeschiedener Kohlenstoff sein können. In der Tat hat dann bald darauf Moissau durch Auflösen von Holzkohle in sehr hocherhitztem, im elektrischen Ofen geschmolzenen Eisen nach Wiederabkühlung und Lösen des Eisens und der Beimischungen in Säure nachgewiesen, dass sich auf diesem Wege Kohle in ganz kleine, das Eisen durchsetzende Diamanten verwandeln lasse. Neuerdings haben Hoyermann sowie Guido Goldschmidt etwas grössere und namentlich auch durchsichtig und starkglänzende, immer aber doch nur sehr kleine Diamanten (0,05 mm Durchmesser) dadurch erhalten, dass sie Thermit, eine Mischung von Eisenoxyd mit Aluminium, unter Zusatz von gepulverter Kohle verschmolzen. Eine Versuchsschmelze dieser Art wurde ausgeführt. Ist man sonach auch noch weit entfernt von der Lösung der Frage der Darstellung brauchbarer grösserer Diamanten, so ist dieselbe durch die geschilderten Versuche doch wissenschaftlich gelöst und erscheint es nicht ausgeschlossen, dass auch noch die Darstellung grösserer Exemplare des vielbegehrten Edelsteins gelingen wird.

Sodann berichtete Herr Major Kressmann über die Errichtung der deutschen Nationalschule in Wertheim a. M. Der Redner konnte zu Beginn seines Vortrages die erfreuliche Mitteilung machen, dass das Finanzministerium versprochen habe, der Schule eine jährliche Unterstützung zu gewähren, sobald der Betrieb begonnen habe. Er gab sodann einen kurzen, geschichtlichen Überblick über die Verluste, welche das deutsche Volk dadurch erlitten hat, dass sowohl ganze Stämme, als einzelne Familien und Individuen, die in die Fremde gezogen waren, dort in wenigen Generationen ihr Deutschtum verloren haben, in dem fremden Volke aufgegangen sind. Demgegenüber bezeichnet er es als unsere Pflicht, unseren unter fremden Nationen wohnenden Landsleuten beizustehen, ihnen es zu erleichtern, deutsch zu bleiben. Als wichtiges Mittel sieht er die Versorgung der deutschen Niederlassungen mit geeigneten Lehrkräften an. Diese zu liefern, seien

aber unsere dermaligen Schulanstalten nicht im stande, sie legten zu viel Gewicht auf das Wissen, die Theorie, viel zu wenig auf das Können, auf die Entfaltung des Sinnes für die Wirklichkeit, für praktische Betätigung und rasche Erfassung des in jeder Lage zweckmässigsten Vorgehens. Darauf seien auch die vielen Misserfolge zurückzuführen, welche deutsche Lehrer in fremden Ländern hatten, und diesem Übelstande abzuhelfen, sei die Nationalschule in Wertheim gegründet worden. Sie soll aber auch deutschen Eltern im Auslande die Gelegenheit bieten, ihre Kinder in Deutschland erziehen zu lassen, weshalb mit ihr ein Internat für die älteren Schüler verbunden sein wird, während die jüngeren in Familien untergebracht werden sollen. Der Unterricht wird die modernen Sprachen zu grunde legen, ein grosser Teil der Zeit soll der praktischen Ausbildung in Landwirtschaft und Handwerk, und der Einführung in das wirtschaftliche Leben, der Entwicklung der körperlichen Fähigkeiten gewidmet sein. Es steht der Schule zu diesem Zwecke ein grosser Versuchsgarten zur Verfügung, Werkstätten werden eingerichtet, Beamte der verschiedenen Zweige der Staatsverwaltung haben ihre Unterstützung zugesagt. Grosse Erfolge verspricht sich der Redner von einem intensiven, dem übrigen Unterricht angepassten und mit ihm in Wechselwirkung gebrachten Zeichenunterrichte. Durch individuelle Behandlung sollen die Schüler zu Persönlichkeiten erzogen, durch Belehrung und Gewöhnung ihr Nationalbewusstsein entwickelt und gefestigt werden. Die Leitung der Anstalt hat ein württembergischer Schulmann, Dr. Kapf, übernommen, als Lehrer sind eine Reihe tüchtiger, von der Wichtigkeit und Güte des Unternehmens durchdrungener Männer gewonnen. So zweifelt der Redner nicht an dem guten Erfolge der neuen Schule und bittet um kräftige Unterstützung.

Der mit der wohltuenden Wärme eines von seiner Sache begeisterten Vorkämpfers gehaltene Vortrag rief lebhaften Beifall hervor. An der darauf folgenden Diskussion beteiligten sich die Herren: Direktor Treutlein, Direktor Müller, ein deutsch-amerikanischer Schulmann, Geheimerat Wagner und Geheimerat Dr. Engler.

585. Sitzung am 24. Oktober 1902.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 62 Mitglieder.
Neu angemeldetes Mitglied: Herr Oberschulrat Rebmann.
Lokal: der kleine Hörsaal im neuen chem. Institut der Techn. Hochschul

Der Vorsitzende widmete dem am 23. Oktober hierselbs verstorbenen Ehrenmitgliede, Kaiserl. russ. Staatsrat Professo von Trautschold, einen Nachruf. Trautschold hat sich nac Aufgabe seines Lehrstuhls in Moskau Ende der 80er Jahre i Karlsruhe niedergelassen, nahm an den Sitzungen des Verein regen Anteil und wurde von diesem in Anerkennung seiner hohe wissenschaftlichen Verdienste um die Mineralogie, Geologie un Paläontologie zu seinem Ehrenmitgliede ernannt. Zum ehrende Andenken an den Heimgegangenen erhoben sich die Anwesende von ihren Sitzen. Darauf hielt Herr Dr. Brode von der Tech nischen Hochschule einen Vortrag über die Jonentheorie, di uns lehrt, dass in der Chemie jetzt neben den Atomen noch be sondere positiv und negativ elektrisch geladene kleinste Teilchen die Jonen, angenommen werden. Alle elektrischen Leiter zweite Ordnung (erster Ordnung sind die Metalle, die sich beim Durch gang der Elektrizität nur erwärmen, nicht zersetzen), die soge nannten Elektrolyte, zu denen besonders die Salze, Säuren und Basen gehören, zerfallen in wässriger Lösung von selbst in jene Jonen, die aus einzelnen elektrisch geladenen Atomen oder Atom gruppen bestehen. Dieselben wandern beim Durchgang eines Stromes durch die Lösung an die entgegengesetzten Pole, entladen sich hier und werden in gewöhnlicher Form ausgeschieden. Nach dieser neuen, hauptsächlich von van 't-Hoff und Arrhenius begründeten, von Ostwald und Nernst vertretenen Theorie, lösen sich also die Salze, Säuren u. s. w. nicht als solche in Wasser sondern zerfallen dabei in ihre Jonen, das Kochsalz z. B. in die Jonen Chlor und Natrium, Salpeter in Kalium und Salpetersäure-radikal, Salzsäure in Wasserstoff und Chlor. Stärke von Säuren und Basen, sowie andere physikalische und chemische Eigenschaften sind durch den Grad des Zerfalls in Jonen bedingt. — Durch eine Reihe von Experimenten demonstrierte der Vortragende die Wanderung und andere Eigenschaften der Jonen. An den mit grossem Beifall aufgenommenen Vortrag schoss sich eine Diskussion, an der sich die Herren Engler, Glaser und Hübler beteiligten.

586. Sitzung am 7. November 1902.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 41 Mitglieder.
Neu angemeldetes Mitglied: Herr Forstpraktikant Stoll, Assistent für Forstwesen an der Technischen Hochschule.

Herr Professor Dr. Udo Müller hielt einen Vortrag über die Beschädigung des Waldes durch Rauchgase. Nach kurzen einleitenden Bemerkungen über das mit der Entwicklung der Industrie parallel gehende Auftreten derartiger Schäden, führte er an der Hand von geeigneten Abbildungen und von Demonstrationen verschiedener rauchkranker Pflanzen zunächst die äussere Erscheinung rauchkranker Wälder vor, die sich von der völligen Unterdrückung der Vegetation auf sogenannten Rauchblössen, zu akuten rasch eintretenden Erkrankungen und schliesslich zu weniger deutlich sichtbarem chronischem Schaden mit allmählichem Übergang in den gesunden Wald abstuft. Diese Schäden charakterisieren sich teils als direkte Ätzwirkungen scharfer Mineralsäuren, teils als Störungen der Lebensfunktionen durch gasförmig aufgenommene stark verdünnte Säuren, vorzugsweise der schwefligen Säure, die bei länger dauernden Einwirkungen stets durch die chemische Analyse nachgewiesen werden können.

Als Ursache wurden erkannt nicht der Russ oder Staub, auch nicht die festen unlöslichen Bestandteile des Hüttenrauches, ebensowenig wie die festen, aber löslichen Bestandteile desselben, wenn sie in den Boden gelangen, sondern vorzugsweise nur die gasförmigen Gemengteile der Luft, vor allem schweflige Säure, Chlor und Fluor.

Als verbreitetster Schädiger aber tritt die schweflige Säure auf, die sich in den Abgasen vieler Fabriken, im Hüttenrauche und in jedem Steinkohlenrauche findet. Ihren Einwirkungen sind besonders die immergrünen Pflanzen, vorzugsweise Fichte und Tanne, ausgesetzt, während sich Laubhölzer viel widerstandsfähiger erweisen. Die Einwirkung erfolgt fast ausschliesslich nur während der Vegetationsperiode, nur bei Tag im Licht und besonders an den jüngsten Organen. Unter ihrem Einflusse tritt eine merkliche Herabsetzung der Verdunstung und der Assimilation ein, hauptsächlich wohl hervorgerufen durch Entstehung von Schwefelsäure aus der aufgenommenen schwefligen Säure und von nascentem Sauerstoff.

Die Forstwirtschaft steht diesem Schaden fast machtlos

gegenüber. Der Hauptkampf gegen den Rauchschaden muss von den raucherzeugenden Anlagen geführt werden und muss sich in zwei Richtungen bewegen, Kondensation und technische Verwertung der schädlichen Rauchbestandteile und starke Verdünnung des durch die Kamine entweichenden Restes derselben durch reichlich zugeführt Luft.

An der Diskussion beteiligten sich die Herren Döll, Engler, Föhlisch, Jakubowsky, Klein, Meidinger, E. Müller.

587. Sitzung am 21. November 1902.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Engler. Anwesend 21 Mitglieder.

Im zooloflischen Hörsaal des Aulabaues der Technischen Hochschule hielt Herr Hofrat Professor Dr. Nüsslin einen Vortrag über die Biologie der Chermesarten, insbesondere über die Tannenrindenlaus (Chermes piceae), der unter den Abhandlungen zum Abdruck gebracht ist.

An der Diskussion beteiligten sich die Herren Ammon und Hausrath.

588. Sitzung am 5. Dezember 1902.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 42 Mitglieder.

Der Vorsitzende berichtete, dass es gelungen sei, kleine Tiegel und Kölbchen aus Bergkrystall, wiewohl dieser erst bei ca. 1700 Grad schmilzt, herzustellen; ihr Vorteil besteht darin, dass sie wie Platingefässe sehr stark erhitzt werden können, ohne zu schmelzen, dass sie aber erheblich billiger als diese sind. Ihre Widerstandsfähigkeit gegen starke Temperaturschwankungen wurde dadurch gezeigt, dass ein nahezu glühend gemachter Tiegel in kaltes Wasser geworfen, nicht zersprang.

Hierauf sprach Herr Dr. med. Heinsheimer über „Das Problem der Geschlechtsbestimmung“. In der Einleitung wies der Redner auf die sogenannte Konstanz der Sexualproportion hin, auf jene seit Jahrhunderten feststehende Tatsache, dass überall auf der Erde mehr Knaben als Mädchen geboren werden, und zwar in dem durchschnittlichen Zahlenverhältnis von 106 Knaben auf 100 Mädchen. Die Statistiker haben sich mit grösstem Fleisse bemüht, alle diejenigen Faktoren ausfindig zu machen, die jene Verhält-

niszahl zu beeinflussen im stande sind, und je nach dem Ergebnisse ihrer Forschungen allerlei Theorien über die Ursachen der Geschlechtsbestimmung aufgestellt. Die Statistik ist jedoch nicht im stande, die Frage definitiv zu lösen, vielmehr bedarf es hierzu der Untersuchungsmethoden der Biologie, die sich auf das Tier- und Pflanzenreich erstrecken und der wir bereits wichtige Feststellungen verdanken. Mit grösster Wahrscheinlichkeit ist das Geschlecht bereits im befruchteten Ei präformiert, mithin die Geschlechtsbestimmung ein Vorrecht des mütterlichen Organismus. Eine willkürliche Einflussnahme auf die Geschlechtsbestimmung, wie sie bei einzelnen niederen Tieren durch verschiedenartige Ernährung des Muttertieres zweifellos möglich ist, erscheint bei Säugetieren und beim Menschen aussichtslos. Der Redner ging im Laufe seines Vortrages auf zahlreiche biologische Einzelheiten und auf eine Reihe von älteren und neueren Hypothesen in kritischer Form ein. Bei der Eigenart des Gegenstandes ist eine eingehende Würdigung von Details an dieser Stelle nicht tunlich. Wir begnügen uns daher mit diesem flüchtigen Hinweis auf die Grundgedanken des hochinteressanten Vortrages, an den sich eine angeregte Diskussion anschloss, an welcher sich die Herren Ammon, Carl, Dittrich, Hausrath, Grävenhan und Schuberg beteiligten.

589. Sitzung am 19. Dezember 1902.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 73 Mitglieder.
Neu angemeldete Mitglieder: Die Herren Augenarzt Dr. Alberti, Oberkriegsgerichtsrat Becker, Geh. Hofrat Schenck.

Herr Geh. Hofrat Dr. Bunte sprach im neuen grossen chemischen Hörsaal der Technischen Hochschule über das Thema „Neues vom Gaslicht“. Der Vortragende erläuterte durch eine Reihe von Experimenten das Wesen der Flamme und zeigte, dass jede Flammenbeleuchtung durch Kerzen oder Lampen eine Art Gasbeleuchtung sei. Da die Leuchtkraft der Flamme durch glühenden Kohlenstoff (Russ) bedingt ist, so kann dieselbe erhöht werden durch Vermehrung der Kohleabscheidung mittels Benzolierung oder Karburierung des Gases oder durch Steigerung der Temperatur (Siemens Regenerativbrenner, Acetylen). Die Flamme wird entleuchtet durch Zumischung von Kohlensäure oder Luft



zum Gas. Das letztere geschieht in dem Bunsenbrenner. Bunsen erfand denselben 1852 und verwendete ihn bei der Einrichtung des neuen chemischen Laboratoriums in Heidelberg; seitdem ist der Bunsenbrenner mit unwesentlichen Abänderungen, nicht nur bei allen Gasheiz- und Kochgeräten, sondern auch bei der Gasglühlichtbeleuchtung in Anwendung. Die Vorgänge in der Bunsenflamme wurden sodann zergliedert; es wurde gezeigt, dass zu wenig Luftbeimischung ein Riechen, zu viel Luftbeimischung ein Zurückschlagen der Flamme erzeugt und dass die richtige Luftzufuhr für die Heizung wie für die Beleuchtung sehr wesentlich sei. Sodann wurde die Entwicklungsgeschichte des Gasglühlichtes geschildert und die Herstellung eines Glühkörpers gezeigt, durch Imprägnieren von Tüll mit den Salzen der Edelerden, Trocknen, Abbrennen und Härten, bis zum gebrauchsfähigen Zustande. Nachdem das Wesen der gebräuchlichsten Gasselbstzünder und die Bedingungen für deren Wirksamkeit durch Experimente erläutert, wurde eine Anzahl verschiedener Selbstzünder und Gasglühlichtlampen verschiedener Konstruktion vorgeführt, darunter auch eine Lucaslampe, die in Berlin zur Beleuchtung verschiedener Strassen Verwendung findet, und mit den elektrischen Bogenlampen an Helligkeit wetteifert. Redner ging dann auf die chemischen und physikalischen Bedingungen für die Lichterzeugung näher ein und knüpfte an die jüngsten Untersuchungen von Lummer und Pringsheim in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt Betrachtungen über die Verteilung der Energie im Spektrum und über den Nutzeffekt der Flammenbeleuchtung. Derselbe betrage selbst bei den besten Auerlampen noch nicht 2 %, d. h. nur ein kleiner Teil der Energie werde in Wellen ausgestrahlt, welche im sichtbaren Teil des Spektrums liegen, während die weitaus grösste Energiemenge in den unsichtbaren Teil des Wärmespektrums falle. Manche Substanzen, Gase und feste Körper, darunter die Auermischung für Gasglühlicht mit 99 % Thor und 1 % Cer, besitzen eine selektive Strahlung, d. h. sie senden unter sonst gleichen Umständen mehr Lichtstrahlen aus, als ein glühender sogenannter absolut schwarzer Körper oder wie der Russ in den gewöhnlichen Leuchtflammen.

Durch Erhöhung der Temperatur des leuchtenden Körpers erfolge eine Verschiebung des Maximums der Strahlung nach dem sichtbaren Teil des Spektrums und die Ausnützung werde ausser-

ordentlich vergrössert. Eine solche Steigerung der Temperatur und dadurch die Leucht- und Glühkraft der Flamme könne durch Anwendung von Acetylen statt Leuchtgas oder von Lindeluft oder Sauerstoff an Stelle von atmosphärischer Luft herbeigeführt werden. Es sei die Aufgabe der Beleuchtungstechnik, der von der Wissenschaft gezeigten Richtung zu folgen und sie werde auf diesem Wege sicher noch weitere Erfolge erringen.

Im Anschluss an die Erörterungen über die Strahlungsgesetze wurde die Methode der optischen Pyrometrie zur Messung hoher Temperaturen erläutert und die Einrichtung des Pyrometers von Wanner gezeigt.

Von einer Diskussion wurde der vorgerückten Stunde wegen Abstand genommen.

590. Sitzung am 16. Januar 1903.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend etwa 300 Zuhörer.

Der Vorsitzende begrüsste zuerst die auf Einladung erschienenen Mitglieder des oberrheinischen Bezirksvereins deutscher Chemiker, des Karlsruher Bezirksvereins deutscher Ingenieure, des Elektrotechnischen Vereins und des Karlsruher chemischen Vereins.

Herr Prof. Dr. Haber sprach sodann über seine Studienreise in den Vereinigten Staaten von Nordamerika.

591. Sitzung am 30. Januar 1903.

Vorsitzender: Herr Hofrat Dr. Meidinger. Anwesend 26 Mitglieder.

Neu angemeldete Mitglieder: die Herren: Assistent am mineralogischen Institut der Technischen Hochschule Buri, Geh. Kriegsrat Kund, Zinkograph Rud. Mayer, Technischer Hilfsarbeiter im Grossh. Ministerium des Innern Dr. Paravicini, Generalmajor z. D. v. Wallenberg.

Herr Dr. Wilser aus Heidelberg berichtete über die in den letzten Jahren durchgeführte, 45 000 Mann umfassende schwedische Volksuntersuchung, die Anthropologia suecica. Der Vortrag ist unter den Abhandlungen zum Abdruck gebracht.

An der Diskussion beteiligten sich die Herren Ammon und Muth.

592. Sitzung am 13. Februar 1903.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 45 Mitglieder.

Der Vorsitzende, Herr Geheimerat Dr. Engler, gedachte zuerst in warmen Worten der Verdienste des verstorbenen Staatsministers Dr. Nokk, dessen Mitwirkung es in erster Reihe zu danken sei, dass unter Grossherzog Friedrich Wissenschaften und Künste zu so hoher Entwicklung gelangten. Derselbe habe, trotzdem sein eigenes Denken und Streben mehr auf die schöne, vor allem klassische Literatur und auf Kunst gerichtet gewesen sei, doch auch die Bedeutung der Naturwissenschaften für unsere Kulturentwicklung klar erkannt und dieselben an unseren drei Hochschulen durch die Begründung von vortrefflich eingerichteten Instituten, die zu den besten Deutschlands gehörten, aufs wirksamste unterstützt. Auch in naturwissenschaftlichen Kreisen sei ihm deshalb ein dauerndes ehrenvolles Andenken gesichert.

Herr Professor Dr. Klein hielt sodann einen Vortrag über Zeichen und Inschriften in lebenden Bäumen. An zwei geringelten, etwa 10 cm dicken Stangenhölzern, an welchen im Frühjahr ein breiter Rindenstreifen ringsum bis auf das Holz abgeschält worden war und die $2^1/_2$ Jahre nach dieser Verletzung abgestanden waren, wurde der aufsteigende und absteigende Saftstrom demonstriert. Am oberen Wundrande hatte sich infolge der Stauung der ausschliesslich in der Rinde abwärts wandernden organischen Baustoffe ein breiter Überwallungswulst gebildet und das obere Ende des Stammes war weiter in die Dicke gewachsen, weil der unverletzt gebliebene Holzkörper auch nach der Verwundung Wasser und Aschenbestandteile von den Wurzeln zur Krone empor geleitet hatte. Unterhalb der Ringelungsstelle war jegliches Dickenwachstum unterblieben und der Baum stand ab, als die verhungernden Wurzeln den Transpirationsverlust nicht mehr zu decken vermochten. Beim Einschneiden von Buchstaben und sonstigen Zeichen in die Rinde läuft das Leben des Baumes keine Gefahr, dagegen wird durch derartige Inschriften, wenn sie bis auf oder bis ins Holz gehen, der Nutzholzwert der Stämme vermindert. Von den Wundrändern aus überwallen solche Inschriften in wenigen Jahren, die bekannten Bilder auf der Rinde liefernd, die in dem Masse, in welchem der Baum sich verdickt, mehr und mehr in die Breite gedehnt werden. Zugleich bewahrt aber auch, was dem Laien zumeist unbekannt bleibt, der Baum

das ehemalige Zeichen völlig unverändert in seinem Holzkörper wie in einem Archive auf. Die Überwallungswulst kann mit dem blossgelegten Holzkörper. dessen lebende Elemente rasch vertrocknen, nicht verwachsen. Die innerste Schicht des Überwallungswulstes wird in inniger Berührung mit dem toten Holze gleichfalls getötet und schwarz gefärbt, so dass später, wenn von den Überwallungswülsten jahrzehnte lang nach innen zu Holz gebildet worden ist, die ehemaligen Zeichen tief in den Baumstamm geraten. Bei zufälligem oder absichtlichem Aufspalten trennen sich die beiden Berührungsflächen und wir erhalten ausser dem ehemaligen Zeichen von braungrauer Farbe noch einen spiegelbildartigen Abdruck auf dem äusseren Spaltstück, der wie mit einem glühenden Eisen in das Holz eingebrannt erscheint. Bleiben beim Einschneiden solcher Zeichen isolierte Rindenstücke stehen oder werden hierbei Teile des Holzkörpers selbst herausgeschnitten, so erhalten wir das erste Mal auf der inneren, das zweite Mal auf der äusseren Spaltfläche die Zeichen reliefartig erhaben. Alle diese Dinge wurden durch eine Anzahl Sammlungsobjekte illustriert.

Sodann sprach Herr Professor Klein über seltene Formen der Fichte und Tanne im Schwarzwald, davon ausgehend, dass er schon seit Jahren an dem Material für ein forstbotanisches Merkbuch für das Grossherzogtum Baden sammle, in welchem über alle merkwürdigen Bäume unseres Heimatlandes berichtet werden soll, teils um dieselben einem weiteren Kreise von Naturfreunden bekannt zu machen, vor allem aber auch, um deren möglichst lange Erhaltung, wenigstens soweit es sich um „Naturdenkmäler" handelt, dadurch zu erleichtern. An der Hand einer grossen Anzahl selbst aufgenommener Photographien wurden besprochen: eine Verwachsung von Fichte und Buche beim Wiedenereck, gewaltige vielgipfelige Wettertannen und Fichten von den Weidfeldern des hohen Schwarzwalds (Breitnauer Weidfeld, Giesiboden, Ungendwieden, Hörnle beim Notschrei, Feldberg, Obermulten), die Schlangentannen von Weisenbach, die Kugelfichte von Hundsbach, die Säulenfichten von St. Blasien, Notschrei und Forbach, die durch thujaartig hängende Äste ausgezeichnete sogenannte Auerhahntanne bei Schönmünzach, gewaltige und bizarre Stelzenfichten vom Schauinsland und von Forbach, vom

Sturme geworfene grosse Fichten und Tannen, von denen sich nachher einige Äste zu normalen Bäumen aufgerichtet und sogar vollständig bewurzelt hatten, vom Schauinsland, von Sulzburg und vom Hochkelch, Zwergformen der Fichte von Wieden und von Sulzburg, eine Zizenfichte von Oberried und die prachtvolle Warzentanne von St. Ulrich. Alle diese, zum Teil höchst auffallenden und merkwürdigen Bildungen, die zum grössten Teil auf Samen- oder Knospenvariation zurückzuführen sind, wurden, soweit dies möglich, ihrer Entstehungsweise nach erklärt. Redner knüpfte daran die Bitte, die hiermit auch an weitere Kreise gerichtet werden soll, ihn auf interessante Bäume jeglicher Art unserer Heimat aufmerksam zu machen.

593. Sitzung am 6. März 1903.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 33 Mitglieder.

Herr Dr. Auerbach hielt einen Vortrag über den Winterschlaf unserer heimischen Säugetiere. In der ganzen Klasse der Wirbeltiere ist der Winterschlaf eine weit verbreitete Erscheinung. Einzelne Fische, alle heimischen Amphibien und Reptilien verfallen im Herbst in einen lethargischen Zustand, der bis zum Frühjahr währt. Nach den neuesten Untersuchungen scheinen sogar einzelne Vögel einen Winterschlaf abzuhalten. Unter den Säugetieren sind auch Winterschläfer viele unserer Nager, z. B. Murmeltier, Hamster, Siebenschläfer u. s. w., dann Insektivoren, z. B. die Igel und alle bei uns lebenden Fledermäuse. Bär und Dachs dürfen nicht zu den echten Winterschläfern gerechnet werden. Die Haupterscheinungen während des Schlafes sind: 1. eine starke Herabsetzung der Sensibilität. 2. Verminderung des gesamten Stoffwechsels auf das möglichst kleinste Mass und als Folge hiervon 3. Verminderung der Körpertemperatur, der Herz- und Atemtätigkeit. 4. Besonders bemerkenswert ist es, dass beim Erwachen eine plötzliche, rapide Steigerung der Eigenwärme der Tiere auf die normale Temperatur stattfindet, ohne dass man bis jetzt im stande ist, anzugeben, woher eine solche enorme Verbrennungswärme, die hierzu notwendig ist, vom Tiere genommen wird. In bezug auf Nahrungsaufnahme verhalten sich die verschiedenen Schläfer sehr verschieden; es geht aber

aus den Untersuchungen hervor, dass z. B. Murmeltier und Igel während der ganzen Dauer des Schlafes keine Nahrung aufzunehmen brauchen. Versuche, Merkmale zu finden, die nur den Winterschläfern eigentümlich sind, haben bis jetzt keinen Erfolg gehabt. Die schon vor langer Zeit entdeckte Winterschlafdrüse hat sich auch bei Nichtwinterschläfern gefunden; nach den neuesten Untersuchungen bildet sie nur eine Art des Fettgewebes. Man ist bis jetzt noch nicht im stande, genau den Grund des Verfalles in den Winterschlaf anzugeben. Jedenfalls darf nicht die Kälte allein dafür verantwortlich gemacht werden, sondern es kommen noch andere Umstände hinzu, wie z. B. Nahrungsmangel im Winter, Einfluss der Jahreszeiten u. s. w. Das Experiment, künstlich den Winterschlaf zu erzeugen, ist bis jetzt erst einem Forscher gelungen, und zwar F. G. Suber am Ende des 18. Jahrhunderts. Er war im stande bei Hamstern beliebig das Einschlafen zu bewirken. Ein Vergleich des Winterschlafes mit dem gewöhnlichen, ruhigen Schlafe zeigt, dass beide weit von einander verschiedene Erscheinungen im Leben der Tiere sind und dass ersterer eine weise Einrichtung der Natur ist, durch die sie in Zeiten ungünstiger äusserer Lebensbedingungen ihre Geschöpfe vor dem drohenden Untergang bewahrt.

An der sich an den Vortrag knüpfenden Besprechung beteiligten sich ausser dem Vortragenden die Herren Ammon, Döderlein, Engler, Gräfenhan, Meidinger, Stoll, Tross und Volz.

594. Sitzung am 27. März 1903.

Im grossen chemischen Hörsaal der Technischen Hochschule.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend I. K. Hoheiten der Grossherzog und die Grossherzogin, sowie zahlreiche Gäste.

Der Vorsitzende, Herr Geheimerat Dr. Engler, eröffnete die Sitzung, wobei er Ihren Königlichen Hoheiten dem Grossherzog und der Grossherzogin den ehrerbietigsten und wärmsten Dank des Vereins für den regen Anteil, den sie jederzeit seinen Bestrebungen entgegengebracht hätten, ausdrückte; sodann gab Herr Privatdozent Dr. Schwarzmann einen vorläufigen Bericht über die Erdbeben vom 22. März in der Nähe von Karlsruhe.

Der Redner leitete seinen Vortrag ein durch einen kurzen Überblick über die geologischen Verhältnisse der oberrheinischen Tiefebene und des Schwarzwaldes, sowie über die verschiedenen

Gruppen der hier beobachteten Beben und gab hierauf die wesentlichen Punkte an, auf welche man bei Wahrnehmung eines Bebens zu achten hat.

Das Beben vom 22. März 1903 gehört zu denjenigen Dislokationsbeben, welche auf eine Bewegung der unter den mächtigen Schottermassen des Rheindiluviums befindlichen, durch Verwerfungen zerstückelten Gesteinsmassen, zurückzuführen sind. Das Hauptbeben vom 22. März, 6 Uhr 4 Minuten morgens, äusserte sich in Kandel am stärksten (Kamine abgestürzt, Risse am Verputz der Mauern). Eine kartenmässige Darstellung dieses Bebens, durch Eintragen der positiven und negativen Nachrichten, zeigte eine Verbreitung der gemeldeten Erschütterungen nördlich bis Philippsburg, Germersheim, Edenkoben, westlich bis Rinntal und Niederschlettenbach, südlich bis zur Lauter und bis Durmersheim. Auf der Ostseite wurde eine Grenze festgelegt durch die positiven Berichte von Ettlingen, Karlsruhe bis zum Schlachthof und Eggenstein einerseits und anderseits durch die negativen Meldungen von Wolfartsweier, Durlach, Hagsfeld, Friedrichsthal. Die Orte Grötzingen, Berghausen, Söllingen im Pfinztal, sowie Palmbach und Grünwettersbach haben das Beben gleichfalls nicht verspürt; dagegen ist in Bretten das Beben wahrgenommen worden. Es ist dies aus der Tatsache zu erklären, dass Kiese und Sande des Rheintals bei ihrer grossen Mächtigkeit als Polster dämpfend auf die Erschütterung wirken, während festes Gestein dieselben besser leitet, sowie aus dem modifizierenden Einfluss der Verwerfungsspalten.

Das schwächere Nachbeben, 1 Uhr 56 Minuten, schien sein Zentrum unter Pforz zu haben. An diesem Ort wurden Schornsteine umgeworfen und daselbst, ebenso wie in Knielingen und Teutschneureuth wurde, dieses Beben stärker als das Hauptbeben verspürt.

Vorbeben fanden statt schon Anfang des Jahres, insbesondere 27. bis 30. Januar, am Samstag den 21. März, 8 Uhr vormittags, am Sonntag den 22. März, etwa 3 Uhr (4 Uhr) und $^1/_4$6 Uhr früh. Dann kam das Hauptbeben um 6 Uhr 4 Minuten. Die Zeitangaben differieren jeweils um einige Minuten. Dem Nachbeben um 1 Uhr 56 Minuten nachmittags folgten weitere: um 4 Uhr nachmittags (Rollen verspürt in Langenberg), 6 Uhr abends, am Donnerstag den 26. März 2 Uhr nachts und 10 Uhr 10 Mi-

nuten morgens ($10^3/_4$ Uhr), Freitag den 27. März $^1/_2 3$ Uhr (3 Uhr) nachts.

Das Hauptbeben hatte im allgemeinen eine Dauer von vier Sekunden, das Nachbeben um 1 Uhr 56 Minuten nachmittags von 2 Sekunden (Teutschneureuth 8 Sekunden). Bei jenem wurden meist zwei oder drei Stösse, bei diesem ein Stoss oder ein Rütteln gemeldet. Bei beiden wurden Schallerscheinungen, insbesondere von solchen Orten, welche nicht weit vom Herd des Bebens entfernt waren, gemeldet. Darunter wird häufig unterirdisches Geräusch und dreimal ausdrücklich vorhergehendes donnerartiges Geräusch mit nachfolgendem Stoss gemeldet. Das Registrierbarometer des meteorologischen Zentralbureaus zeigte beim Nachmittagsbeben um 1 Uhr 54 Minuten einen kleinen Ausschlag. Bei den stärker erschütterten Orten wurden auch Furchterscheinungen der Tiere beobachtet.

Am 24. Januar 1880 hat ein Erdbeben stattgefunden, das gleichfalls seinen Hauptherd in der Gegend von Kandel gehabt hat und im allgemeinen dieselben Ortschaften, wie die jetzige Erschütterung berührt hat, jedoch damals noch anderweitige Gebiete betraf. Es ist vielleicht möglich, dass eine genaue Untersuchung Aufschlüsse über den tektonischen Bau unter der Diluvialdecke des Rheintals liefert.

Zum Schluss erwähnte der Vortragende die Erdbeben, welche etwa gleichzeitig mit dem unsrigen in Piemont, Südfrankreich und Südengland aufgetreten sind, sowie die erneute Tätigkeit der Soufrière, gab Beispiele von früheren derartigen Simultanbeben und machte auf die verschiedenen Möglichkeiten der Erklärungsversuche solcher Simultanbeben aufmerksam.

Im Anschluss daran machte Herr Geh. Hofrat Dr. Haid die Mitteilung, dass die Beobachtungen, die er an der feinen Libelle auf der Axe des Passageninstrumentes in der Nacht vom 21. auf 22. und am Nachmittag des 22. machte, keine Änderungen in dem vertikalen Stande des isolierten Mauerpfeilers im geodätischen Observatorium konstatieren lassen. Ob eine gleichmässige Senkung stattgefunden habe, muss jedoch dahin gestellt bleiben. Änderungen in der Höhenlage durch Erdbeben sind im allgemeinen sehr wahrscheinlich; dieselben sind aber zunächst nicht so leicht nachweisbar, bis sie durch wiederholte Beben nach Verlauf eines längeren Zeitraums einen für die Messung merklichen Betrag

erreicht haben. Die kurz vor und nach dem Erdbeben vom 24. Januar 1880 ausgeführten Nivellements auf der Strecke Strassburg—Appenweier lassen solche Höhenänderungen vermuten, und die Widersprüche, die neuerdings zwischen den genauen nivellitischen Höhenbestimmungen vom Jahre 1881 und den neueren schweizerischen Präzisionsnivellements längs der Strecke Basel—Konstanz sich ergeben, dürfen auch auf Änderungen in der Höhenlage zurückgeführt werden.

595. Sitzung am 24. April 1903.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 51 Mitglieder. Neu angemeldete Mitglieder, die Herren: Assistent am chemischen Institut der Technischen Hochschule Dr. Arnold, Handelslehrer Fink, Assistent für Bodenkunde an der Technischen Hochschule Dr. Jahn, Chemiker Dr. Just.

Herr Privatdozent Dr. Muth hielt über den Kreislauf des Stickstoffs einen Vortrag, der in erweiterter Form unter den Abhandlungen des vorliegenden Bandes zum Abdruck gebracht ist.

An der sich hieran knüpfenden Besprechung beteiligten sich ausser dem Vortragenden die Herren Engler, Le Blanc, Siefert und Wöhler.

596. Sitzung am 15. Mai 1903.

Mitglieder-Hauptversammlung.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 42 Mitglieder. Neuangemeldete Mitglieder: die Herren Ökonomierat Magenau in Augustenberg; Verbandssekretär Riehm.

Herr Geh. Hofrat Dr. Meidinger gab in Vertretung des erkrankten Schriftführers zunächst den Bericht über die Tätigkeit des Vereins im verflossenen Geschäftsjahre; es geht daraus hervor, dass der Verein zurzeit 211 Mitglieder zählt und damit eine Stärke erreicht hat, die er seit seiner Gründung noch nicht besessen hat.

Herr Direktor Treutlein gab hierauf für den am Erscheinen verhinderten Kassier den Kassenbericht, der im Vorwort zum Abdruck gebracht ist. Nachdem dem Kassier Entlastung erteilt worden war, wurde der bisherige Vorstand durch Zuruf wieder gewählt.

Der Vorsitzende, Herr Geheimerat Dr. Engler, wies sodann anlässlich des 100. Geburtstages von Justus v. Liebig auf dessen Bedeutung für die Entwicklung der Chemie hin; Herr Geh. Hofrat Dr. Meidinger machte im Anschluss daran noch einige interessante Mitteilungen über seine Beziehungen zu Liebig während seiner Studienzeit in Giessen.

Herr Privatdozent Dr. Wöhler hielt darnach einen Vortrag über „selbststrahlende Materie“. Nach seinen Ausführungen fand 1896 Becquerel im Verfolg der eben entdeckten X-Strahlen, dass Uran und Uransalze, wie auch Uranmineralien sehr aktive Strahlen aussenden, welche die Luft jonisieren, d. h. sie leitend machen, auf die photographische Platte wirken, wie Lichtstrahlen und Fluoreszenz in manchen Körpern, wie Flusspath, Zinkblende u. a., hervorrufen. Auch blaue Färbungen werden in diesen Substanzen erzeugt; sie sind auf eine chemische Einwirkung zurückzuführen, da es dem Vortragenden gelang, die gleiche blaue Farbe im farblosen Flusspath durch metallisches Calcium zu erzeugen. Selbststrahlend oder radioaktiv heissen die „Becquerelstrahlen“, weil sie ohne äussere Zufuhr freier Energie in der Wärme und in der Kälte verflüssigter Luft, auf der Erdoberfläche und in dem 852 Meter tiefen Clausthaler Schacht in gleicher Weise wirken.

Ein Schweizer Ehepaar, Herr und Frau Curie, vermochten 1898 aus den Rückständen der Joachimstaler Uranpecherz-Verarbeitung eine besonders aktive Substanz dieser Art, das Radium zu isolieren, das sich als neues Element vom Atomgewicht 225, mit einem charakteristischen Spektrum erweist. Nur wenige milliontel Prozent sind in dem Erz vorhanden, so dass aus Tonnen Erz nur Milligramme Radium zu gewinnen sind und die Darstellung von 1 Gramm auf etwa 8000 M. zu stehen kommt. Die Strahlen rufen schmerzhafte und schwerheilende, eiternde Wunden durch Glas und Kleider hindurch hervor, bräunen Papier und vernichten den Haarwuchs. Andere Stoffe mit ähnlichen Eigenschaften und unter dem Namen Polonium, Aktinium, Radioblei und Radiotellur sind ebenfalls in dem Uranpecherz aufgefunden worden, doch ist ihre Existenz als neue Elemente noch zweifelhaft.

Wie Moschus und andere Riechstoffe senden die radioaktiven Substanzen eine stoffliche Emanation aus, durch welche anderen Körpern im eingeschlossenen Raum die gleichen selbststrahlenden Eigenschaften, also durch Induktion, vorübergehend erteilt werden.

Aus der Ablenkung eines Teils der Becquerelstrahlen im magnetischen Felde und ihrer Ähnlichkeit mit Kathodenstrahlen geht hervor, dass sie zum Teil, wie diese, aus kleinsten Partikelchen mit negativer Ladung (Elektronen) bestehen von einer Grösse, die höchstens den 2000sten Teil derjenigen eines Wasserstoffatoms erreicht, und besitzen eine Geschwindigkeit, die halb so gross wie die des Lichtes ist.

Die Quelle der dauernden Energieausstrahlung ist vielleicht in einer Umlagerung der noch in einem instabilen (metastabilen) Zustande befindlichen schwersten Atome Uran und Thor zu suchen, welche überschüssige Elektronen bis zur Stabilität ausschleudern, womit ein gleichzeitiger Verlust an Masse verbunden sein kann, der durch die Wage nicht feststellbar ist, aber nicht notwendig verbunden sein muss, da die Trägheit der magnetisch ablenkbaren, abgeschleuderten Massenteilchen elektromagnetisch gedeutet also nur vorgetäuscht worden sein kann.

Abhandlungen.

Zur Biologie der Gattung Chermes Htg.,
insbesondere
über die Tannenrindenlaus Chermes piceae Ratz.

Von Prof. Dr. **O. Nüsslin.***

Bei der Auswahl des Themas meines Vortrags kamen mir wiederholt Bedenken verschiedener Art. Sollte es möglich sein, so fragte ich mich, den Gegenstand meiner Wahl in einem verständlichen einigermassen abgerundeten Bilde in der kurzen Zeit einer Stunde Ihnen vorzuführen? Ist doch die Gattung *Chermes* die allerverwickeltste aller Pflanzenläuse, die wir kennen. Ich kann deshalb nur einzelne Bruchstücke unseres Wissens darbieten. Ich will dabei Ihr Auge insbesondere auf Erscheinungen lenken, die zu Fragen von allgemeinerem wissenschaftlichem Interesse hinführen und andererseits darf ich mir hier wohl erlauben, in meiner Auswahl Ihre Aufmerksamkeit insbesondere für Gebiete in Anspruch zu nehmen, die in den letzten Jahren der Gegenstand meiner eigenen Forschung geworden sind.

Die Gattung *Chermes* Htg. bildet mit der Gattung *Phylloxera* Fonsc. die Familie der *Phylloxeriden* Dreyf. oder Afterblattläuse, welche selbst wieder mit den *Psylliden* oder Blattflöhen, *Aphiden* oder Blattläusen und *Cocciden* oder Schildläusen die Unterordnung der *Phytophthires* oder Pflanzenläuse in der Ordnung der *Rhynchoten* oder Schnabelkerfe zusammensetzen.

Alle Afterblattläuse kennzeichnen sich durch ihre kleine gedrungene Gestalt, durch kurze Fühler und Beine, durch ungeflügelte Geschlechtstiere, durch vorwiegend parthenogenetische Fortpflanzung, alle sind ausschliesslich ovipar.

Von der Laubholzgattung *Phylloxera* ist unsere Gattung *Chermes* scharf unterschieden: sie ist auf Nadelholz beschränkt,

* Siehe auch: O. Nüsslin „Zur Biologie von Chermes piceae Ratz.“, Naturw. Ztschr. für Land- und Forstwirtschaft, I. Jahrg. 1903, 1. und 2. Heft.

ihre parthenogenetischen Weibchen sind durch harte Hautchitinplatten und durch Wachsausscheidungen gekennzeichnet, ihre Geschlechtstiere haben stets ausgebildete Mundteile und Darm, und die Geflügelten legen ihre Flügel stets dachförmig zusammen.

Während alle *Phylloxera*-Stadien nur 3gliedrige Fühler besitzen, haben die *Chermes*-Läuse 3-, 4- oder 5gliedrige Fühler. Während *Phylloxera* sich mit dreierlei Generationen begnügt, die sämtlich auf einer Wirtspflanze verbleiben, hat *Chermes* normal fünf Generationen, von denen einzelne auf andere Nadelhölzer auswandern.

Ursprünglich waren die *Chermes*-Arten auf der Fichte *(Picea excelsa, orientalis, alba, sitchensis etc.)* zu Hause gewesen und erzeugten hier Knospengallen, die an ananasartige Früchte erinnern und in denen sich eine zweite Generation entwickelt. Das ist der biologische Grundcharakter der Gattung.

Alle anderen Vorkommnisse von *Chermes*-Läusen an der Rinde, den Nadeln und Knospen von Lärchen, Kiefern und Tannen sind sekundär und durch Auswanderungen von der Fichte entstanden, nie sind dieselben mit Gallenbildungen an diesen Pflanzen verbunden, auch kehren die meisten dieser Auswanderer zur Fichte wieder zurück, um hier ihren Lebenszyklus zu beschliessen.

Der normale Lebenszyklus einer *Chermes*-Art setzt sich heute aus fünf Generationen zusammen und verläuft auf zwei Nadelholzarten. Der Zyklus beginnt mit der aus dem befruchteten Ei im Spätsommer entstandenen Generation, welche deshalb als I. oder Fundatrix-Generation zu bezeichnen ist. Die Fundatrix ist zugleich die eigentliche Gallenerzeugerin, indem durch ihr Saugen die Umbildung der normalen Fichtenknospe zur Knospengalle eingeleitet wird. Die Fundatrix überwintert als Larve an der Knospe oder in der Nähe, stets ungehäutet. Erst im Frühjahr, wenn die Baumsäfte in Bewegung geraten, erwacht auch ihre Lebensenergie. In rascher Folge wächst sie jetzt, häutet sich dreimal, verändert dabei auch ihre Hautstruktur und legt einen Haufen zahlreicher Eier, die in weisse Wachswolle eingebettet werden. Die Fundatrix nimmt erwachsen eine plumpe birnförmige Gestalt an, bleibt stets flügellos,

ihre Eier entwickeln sich unbefruchtet, sie selbst ist ein parthenogenetisches Weibchen.

Zur Zeit ihrer Eiablage hat sich auch die Fichtenknospe zu entwickeln begonnen. Aber die zarten Nadeln sind unter der Knospenhülle schon deformiert, indem ihre Basis verdickt und verbreitert erscheint. Die jetzt nach und nach aus den Eiern der Fundatrix ausschlüpfenden Jungen steigen zur Knospe und verkriechen sich in die Achseln der jungen Nadeln, um daselbst zu saugen. Unter der Wirkung dieses Saugens vervollständigt sich die Deformierung der Knospennadeln. Statt zu schmalen Nadeln werden dieselben zu Schuppengebilden, ähnlich den Zapfenschuppen der Koniferenfrüchte. Nur an der Spitze erkennt man mehr oder weniger Gestalt und Färbung der Nadel. Die Schuppen selbst bleiben weisslichgrün und verfärben sich später an den Rändern in gelblichen oder rötlichen Tönen. Durch das Wachsen der Nadelbasen in die Breite schliessen sich die Schuppengebilde seitlich fest aneinander an und bilden so das geschlossene Ganze der Knospengalle. Die Läuse werden durch das Wachstum der Knospengalle käfigartig eingeschlossen, je ein Tier oder mehrere zusammen in eine Kammer im Innern der Knospennadelnachseln. Die reiche Nahrung der rasch wachsenden Knospengalle beschleunigt auch das Wachstum der Insassen. Nach dreimaliger Häutung sind sie zu „Nymphen" geworden, das heisst mit Flügelstummeln versehen. Jetzt klaffen infolge zunehmender Austrocknung der Galle die Ränder zwischen den Knospenschuppen in Form von Spalten und gestatten den Nymphen den Austritt ins Freie. Oben auf der Knospengalle umherkriechend, verfärben sich die blassen Nymphen unter dem Einfluss des Lichtes, häuten sich zum vierten Mal und werden jetzt zu Geflügelten.

Das ist die II. Generation oder die Migrans alata-Generation. Denn diese Geflügelten verbleiben nicht auf der Fichte. Zum Fluge erstarkt verlassen sie die Mutterpflanze, um sich auf einer anderen Konifere, je nach der *Chermes*-Art auf einer Lärche, Kiefer oder Tanne niederzulassen. Hier erst legen die Geflügelten ihre zahlreichen Eier ab. Auch diese bleiben unbefruchtet, denn auch die Migrans alata ist ein parthenogenetisches Weibchen. Die Geflügelten haben fünfgliedrige Fühler im Gegensatz zu den dreigliedrigen Fühlern der Fundatrix. Die Ueberwanderung zur „Zwischenkonifere" findet bald früher, bald später

im Jahre statt, je nach der Zeit der Reifung der Gallen. Der früheste Termin ist wohl die erste Hälfte des Juni, so bei *Ch. coccineus* Chol., *strobilobius* Kalt., *orientalis* Dreyf.; bei *Ch. viridis* Ratz. beginnt dagegen der Ausflug erst im halben Juli.

Die Auswanderer legen ihre Eier stets auf den Nadeln der Lärchen, Kiefern und Tannen ab, woselbst sie auch saugen. Dabei scheiden sie meist reichliche Wolle* ab, sodass die zahlreichen Eier unter den dachförmig angelegten Flügeln und der ausgeschiedenen Wolle geborgen sind. Etwa 14 Tage nach dem Ueberflug entschlüpfen den Eiern junge Larven, die alsbald von der Mutter wegkriechen, frühestens Ende Juni bis Ende Juli, während die geflügelten Mütter nach der Eiablage absterben und allmählig durch Regen und Wind von den Nadeln entfernt werden. Aus diesen Jungen entsteht eine III. Generation, ungeflügelt wie die erste und wiederum rein parthenogenetisch. Sie verbleibt ihr ganzes Leben auf der Zwischenkonifere und heisst deshalb Emigrans. In ihrer körperlichen Beschaffenheit, insbesondere in der durch die Chitinplatten bedingten Hautstruktur ähnelt die junge Emigrans der Fundatrix, weshalb sie auch Fundatrix spuria genannt worden ist zur Unterscheidung von der Fundatrix vera. Auch beharrt sie bei den meisten Arten, *Ch. viridis* Ratz., *strobilobius* Kalt. und *coccineus* Chol. den ganzen Rest der Saison im ersten Larvenzustand, um erst im nächsten Frühjahr gleich der Fundatrix zu neuem Leben zu erwachen. Bei *Ch. sibiricus* Chol. und *Ch. orientalis* Dreyf. scheint die Emigrans dagegen rasch zu wachsen, sich noch vor Winter dreimal zu häuten und fortzupflanzen, dabei wieder ihresgleichen zu erzeugen.

Im nächsten Frühjahr entwickelt sich die überwinterte Emigrans-Larve nach dreimaliger Häutung zur Eierlegerin.

Aus den Eiern der Emigrans gehen nun Larven hervor, die, zarthäutig bleibend, auf junge Nadeln des beginnenden Maitriebs wandern, sich auf deren Unterseite ansaugen und rasch unter viermaliger Häutung zu Geflügelten entwickeln. Diese Geflügelten, ebenfalls parthenogenetische Weibchen, wiederholen in ihrer körperlichen Erscheinung in jeder Beziehung ihre Vorgänger von der zweiten Generation der Migrans alata, nur sind sie kleiner und vermögen kaum die Hälfte der Eier jener Vorgänger

---

* *Ch. strobilobius* Kalt. nicht.

zu produzieren. Da aus diesen Eiern die Geschlechtstiere hervorgehen, hat man diese IV. Generation die „Sexupara“-Generation genannt. Man könnte sie ebenso charakteristisch die Remigrans-Generation nennen, weil diese Geflügelten niemals auf der Zwischenkonifere verbleiben, sondern zur Fichte zurückkehren. Da diese Sexupara-Geflügelten viel kleiner als die Migrantes alatae sind, sich daher rascher entwickeln als diese, sind sie stets die ersten *Chermes*-Geflügelten, die in der Saison erscheinen, Mai, Juni. Auch sie setzen sich an die Nadeln, saugen hier und erzeugen gelbliche Flecken. Unter ihren dachförmigen Flügeln und öfters in Wolle eingebettet, verbergen sie schützend ihre wenig zahlreichen Eier (bis ca. 20). Aus diesen Eiern gehen nun die Geschlechtstiere, Männchen und Weibchen hervor, die V. Generation oder die Generation der Sexuales, die einzige gamogenetische Generation des Entwicklungszyklus. Sie verbleiben zunächst an den Nadeln, häuten sich unter den Flügeln der toten Mutter dreimal; Männchen und Weibchen sind ungeflügelt, etwas zwerghaft, das Männchen mit auffallend längeren Gliedmassen versehen. Sie bekommen im Gegensatz zu den anderen ungeflügelten Generationen viergliedrige Fühler. Nach der Begattung legt das Weibchen sein einziges, aber befruchtetes Ei ab, aus welchem noch in der Saison die Fundatrixlarve hervorkommt. Damit ist der Entwicklungszyklus geschlossen. Er ist zweijährig und enthält fünf Generationen: vier parthenogenetische und eine gamogenetische, drei sind ungeflügelt, zwei geflügelt. Die Generationen I und V leben nur auf der Fichte, II und IV auf der Fichte und auf der Zwischenkonifere, Generation III nur auf der Zwischenkonifere.

Nur eine *Chermes*-Spezies, *Ch. viridis* Ratz., zeigt nach unseren jetzigen Kenntnissen den soeben geschilderten Entwicklungszyklus in voller Strenge.

Die meisten Arten weichen dadurch ab, dass die III. Generation der Emigrans auf der Zwischenkonifere in bezug auf ihre Nachkommen sich spaltet. Gleichsam unschlüssig geworden, bleibt ein Teil der Nachkommen auf der Zwischenkonifere zurück, während der andere der Tradition treu gebliebene Teil zu den zur Fichte heimkehrenden Sexuparen sich entwickelt. Der im Exil auf der Zwischenkonifere verbleibende Teil, dem es hier offenbar besser zusagt, erzeugt eine Generation nach der

andern, alle mehr oder weniger ursprünglich sich gleichbleibend. Das sind die Generationen der Exules oder Exulantes, die sich als eine Parallelgeneration IIIa neben die Sexupare einschalten lassen.

Solche Exulantes sind es auch, welche uns bei *Ch. piceae* Ratz. fast ausschliesslich begegnen.

Unsere Beobachtungen lehren in dieser Beziehung, dass kein Teil der Tanne über der Erde von Angehörigen solcher Exulantes verschont bleibt. Die Bilder, welche uns diese Schmarotzer darbieten, sind äusserst verschiedenartig, besonders in der Saison. Im Winter verharren sie mehr oder weniger erstarrt, jedoch in verschiedenen Altersstadien, auch als Eier, an Knospen und Trieben und an der Rinde des Hauptstammes.

Im Frühjahr treffen wir sie vor allem auffällig an den Maitrieben. Schon in die schwellende Knospe dringen die den Eiern entschlüpften äusserst beweglich umherwandernden jungen Exules. saugen hier sich festsetzend an Trieb und Nadeln. Der Maitrieb wird dadurch um so empfindlicher im Wachstum gehemmt, je zarter der Zustand ist, in dem er befallen wurde. Da leidet nun ganz besonders die neuerdings so beliebte aus dem Osten stammende Nordmannstanne. Da sie später austreibt, als unsere im Westen heimische Tanne wird sie besonders massenhaft befallen. Denn um diese Zeit konnten sich die auf unserer frühtreibenden Edeltanne angesiedelten Läuse schon erheblich vermehren. Die überwinterten legreifen Exulans-Individuen, insbesondere an den Triebteilen der vor- und vorvorjährigen Zweige, erwachen mit dem Saftsteigen zu ungeheurer Fruchtbarkeit, wie die Eierhaufen auf unseren Präparaten und Zeichnungen kundgeben. Die Maitriebe der Weisstanne wachsen aber gleichfalls sehr früh, erstarken bald und leiden deshalb in der Regel wenig durch das Saugen der jungen Läuse. Allein die Triebe der Nordmannstanne spriessen erst erheblich später, und dadurch trifft sie das Heer der unterdessen ausgekommenen Jungläuse in dem allergünstigsten Zustande für seine Saugtätigkeit, im allerungünstigsten Stadium für die Pflanze. Dicht gedrängt beginnen sie ihr Sauggeschäft, wenn die Trieb- und Nadelteile der auswachsenden Knospe noch gelblich und zart sind. Der Saftentzug macht den Trieb zwerghaft, der zarte Gewebezustand ermöglicht zugleich die Deformierung. Das Endresultat ist ein kurzer Trieb mit kurzen um-

gekräuselten Nadeln. Die Präparate und Bilder sprechen diese Missbildung aufs deutlichste aus. An derselben sind fast ausschliesslich die jungen ungehäuteten Läuse schuld, welche den Eiern der überwinterten Mutterläuse entstammen.

Dieser energischen Saugtätigkeit der Jungläuse folgt bald für die meisten ein Zustand der Lethargie. Mit der Erhärtung der Gewebe und der Verminderung der Saftintensität erschlafft die Lebensenergie der Jungläuse, ihr Wachstum hört auf, sie verharren ungehäutet und sich gleichbleibend an der Triebachse festsitzend. Wir werden später auf dieses Vorkommnis zurückkommen.

Ein Teil der Jungläuse jedoch, an den Nadeln des Maitriebs, erfährt Wachstum und Weiterentwicklung, und zwar in zweifach verschiedener Weise.

Die einen, keine Wolle ausscheidend, werden nach dreimaliger Häutung zu Nymphen, nach einer vierten Häutung zu den geflügelten Sexuparen und verlassen wegfliegend die Pflanze.

Die anderen, mehr und mehr Wolle ausscheidend, werden nach dreimaliger rasch vollzogener Häutung zu Eierlegerinnen. Sowohl die Mutterläuse, als die wenig zahlreichen Eier sind in den schneeweissen kugeligen Wollhäufchen versteckt, die jetzt oft zahlreich auf der Unterseite der Tannennadeln zu finden sind. Ähnliche Wollklümpchen sind schon früher von Dreyfuss auf der Unterseite der Nadeln der kanadischen Tanne gesehen worden, die Urheberin wurde von diesem Autor *Ch. funitectus* genannt.

Ein weiteres oft sehr in die Augen fallendes Vorkommnis der Exulantes finden wir an der Rinde der Weisstannenstämme. An solchen Stämmen. jüngeren wie älteren, kann die Rinde gleichmässig dicht, wie mit Schimmel überzogen erscheinen. Dieser Schimmel erweist sich als Wachswolle, ausgeschieden von den Mutterläusen, die in dicht gesäten Kolonien die Rinde bewohnen, in allen Alters- und Häutungsstadien, fast Laus an Laus nebeneinander sitzend.

Aber auch an der Rinde der Äste und Zweige finden wir Exulanten, ganz besonders an den vor- und vorvorjährigen Trieben, die, weniger Wolle ausscheidend, die grösste Fruchtbarkeit zu haben scheinen und aus deren Eiern alljährlich die Maitriebe besiedelt werden, wie diese Mutterläuse selbst aus den Triebläusen des Maitriebs nach Überwinterung hervorgehen.

Auch an den Knospen, in den Nadelachsen der Triebe und in der Knospenschuppenhülle des jungen Triebes können eierlegende Exulanten angetroffen werden.

Alle diese Exulans-Mütter entwickeln sich aus gleichen Larven, und das Experiment hat gezeigt, dass die verschiedenen Formen der Stammrinden-, Zweigrinden-, Nadel- und Knospen-Mutterläuse und ebenso die sexuparen Geflügelten aus den Eiern sich entwickeln, die im ersten Frühjahr von den Läusen am vorjährigen Triebe erzeugt worden sind. Aber ebenso können aus den Eiern der Nadelwolläuse Knospen- und Rinden-Mutterläuse hervorgehen.

Die einzelnen Formen der erwachsenen Mutterläuse sind aber keineswegs morphologisch identisch. In der Grösse und Gestalt und insbesondere in der Art und Ausdehnung der Chitinisierung und in dem Wachsdrüsenreichtum ihrer Haut zeigen sich erhebliche Unterschiede. Die an den Knospen sitzende Mutterlaus scheidet nur wenig Wolle aus, die Wachsdrüsenfelder ihrer Haut können fast vollständig verloren gehen, dafür entwickeln sich die Chitinplatten um so kräftiger und verdicken sich in der Mitte zu buckeligen Erhebungen, an denen noch die Skulptur der ehemaligen Drüsenfelder erkennbar ist.

In entgegengesetzter Richtung entwickeln sich einzelne der an alter Stammrinde lebenden Mutterläuse. Die Chitinisierung kann hier fast ganz verloren gehen, nur am Kopf und Prothorax bleiben verdickte Teile zurück, dafür verbleiben die Drüsenfelder, und die Wachsausscheidung nimmt eine besonders gesteigerte Intensität an

Es liegt nahe, daran zu denken, dass in dem dichten Wollflaum der alten Stammrinde solche nahezu chitinlosen Formen gedeihen konnten, während an der Knospe eine kräftig chitinsierte Form besseren Schutz fand. Die Nadelmutterlaus steht zwischen beiden Extremen, ist kräftig chitinisiert, behält aber reiche Drüsenfelder und scheidet reichlich Wolle und besonders derbe Fäden ab, weshalb sie Dreyfuss *funitectus* genannt hat.

Obwohl die Extreme in hohem Grade verschieden sind, lassen sich doch Übergänge nachweisen, auch ist der gemeinsame Ursprung durch das Experiment der Zucht leicht festzustellen, so dass wir weder von verschiedenen Arten, noch von Abarten sprechen können. Es handelt sich lediglich um eine gewaltige Ver-

änderlichkeit der Form unter dem jeweiligen direkten Einfluss der Ernährungs- und Platzbedingungen, welche der Schmarotzer an der Wirtspflanze findet und denen sich die Larve im Laufe ihrer Häutungen anpasst. Dass aus den Eiern derselben Mutter bald die buckelige Knospenform, bald die drüsenreiche Rindenform hervorgehen kann, darf uns nicht mehr überraschen, als die Tatsache, dass ebenso bald geflügelte Sexuparen, bald flügellose Exulans-Mütter den Eiern derselben Mutter entpriessen können. In letzterem Fall ist die morphologische Differenz noch eine ungleich grössere.

Unter den mannigfaltigen Vorkommnissen, welche die Exulans-Generation der *Chermes piceae* Ratz. darbieten, scheint mir eines von besonderem Interesse: ich meine die Beharrung der am Stammteil des Maitriebs angesiedelten Jungläuse im ersten Stadium durch die ganze Saison hindurch. Diese Beobachtungstatsache konnte eigentlich erst durch das Experiment der Zucht sicher festgestellt werden, da an der Zuchtpflanze allein jeder Zuzug abgeschlossen werden konnte. Solche Versuchspflanzen, die im Frühjahr mit einigen eierlegenden Stammüttern versehen wurden, zeigten nach wenigen Tagen ihre Triebe, und zwar besonders die heurigen und die vorjährigen zum Teil von Jungläusen besetzt, welche sich festsaugten und im Zustande des ersten Larvenstadiums die ganze Saison hindurch verblieben.

Wir werden am Schlusse nochmals auf dieses Vorkommnis zurückkommen.

Aus der Exulans-Generation entwickelt *Ch. piceae* auch, scheints alljährlich, die Sexupara-Generation. Auch diese Tatsache lässt sich durch das Jahre hindurch fortgesetzte Experiment erhärten. Niemals fand ein Zuflug von Migrantes alatae statt, der Emigrans-Individuen geliefert hätte.

Auch Eckstein * hatte schon an der Unterseite der Nadeln Nymphen und Geflügelte gefunden, die nach seiner Darstellung nur Sexuparae gewesen sein können. Mir ist es nun gelungen, die Rückkehr der sexuparen Geflügelten auf die Fichte sowohl im Freien ** zu konstatieren, als auch deren Übersiedelung

* Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. XXII. 1890.

** In einem Hausgärtchen, in welchem ich zwischen den stark von Läusen besetzten Tannen einige Fichten gepflanzt hatte.

experimentell zu stande zu bringen. Wie bei allen *Chermes*-Arten setzen sich die Sexuparen an die Nadeln, saugen sich fest, legen alsbald die wenig zahlreichen Eier unter ihren dachförmig zusammengelegten Flügeln ab und gehen dann zu grunde. Die Wollabscheidung ist bei *piceae* nur eine spärliche.

Auch die aus den Eiern erwachsende Generation der Sexuales konnte ich sowohl künstlich erziehen als im Freien feststellen. Männchen und Weibchen konzentrierten sich gern an der Spitze des Triebs, häuteten sich auch zum Teil dreimal bis zum letzten Stadium der viergliedrigen Fühler. Nur einmal fand sich jedoch ein Weibchen mit nahezu ausgereiftem grossem Ei. Niemals jedoch konnte ich eine Begattung beobachten, niemals fand ich ein abgelegtes Ei, niemals eine entschlüpfte Fundatrix. Die Generationen der Fundatrix, der Migrantes alatae und damit auch der Emigrans, sind auch mir unbekannt geblieben, ebenso das Erzeugnis der Fundatrix, die *piceae*-Galle an der Fichte.

Bei der ungemeinen Häufigkeit der Exulans-Formen dieser Species, insbesondere in einzelnen Jahren und in Anbetracht der leichten Feststellung der Gallen und bei der auf eine solche Feststellung verwendeten Mühewaltung von seiten verschiedener Chermes-Forscher kann wohl ausgesprochen werden, dass die *piceae*-Galle in Mitteldeutschland aller Wahrscheinlichkeit nach fehlt, wie ja auch in diesem Gebiet die Galle der gleichfalls auf die Tanne emigrierenden *Ch. Coccineus* Chol. trotz alles Suchens nicht gefunden werden konnte, während sie im Nordosten Europas nach Cholodkovsky vorkommt.

Wie werden auf das Fehlen der oben genannten drei Generationen in dem Entwicklungscyklus von *Chermes piceae* noch später zurückkommen.

Chermes piceae Ratz. ist durchaus nicht auf die Weisstanne beschränkt. Wie schon oben erwähnt wurde, gedeiht sie ganz besonders gut auf der Nordmannstanne und erreicht hier auch grössere Dimensionen des Körpers. Eckstein * hat das Vorkommen einer *Chermes* auf der Nordmannstanne beschrieben und eine neue Species *Ch. nordmannianae* aufgestellt, ohne diagnostische Charaktere für seine neue Species anzuführen. Eine

* l. c.

solche Species ist hinfällig, da sich mit Leichtigkeit *Ch. piceae* Ratz. auf die Nordmannstanne ansiedeln lässt und beide morphologisch völlig gleichartig sind. Infektionen mit Eiern, herüber und hinüber, führen stets zu legreifen Mutterläusen und weiterer Fortpflanzung. Auch auf *Ab. pichta* geht *Ch. piceae* über.

Über ihre Bedeutung darf wohl konstatiert werden, dass sie von allen Chermes-Arten die schädlichste ist. Die starke Besiedelung der Maitriebe hat bei der Nordmannstanne schon wiederholt nach jahrelangem Siechtum zum Absterben geführt. Wenn auch diese Tatsache zunächst nur für Garten- und Parkanlagen eine Bedeutung hat, so darf doch auch, wenigstens für die Zukunft, eine forstliche Bedeutung nicht ausser acht gelassen werden. Für die an älterer Weisstannenrinde schmarotzende Form der *Ch. piceae* Ratz., die einst (1843) Ratzeburg das Objekt für seine Namengebung geliefert hat, ist die forstliche Bedeutung nicht gering, wie einzelne in der forstlichen Literatur verzeichnete Fälle zeigen.

Die befallenen Stämme kränkeln und fallen dann Borkenkäfern zum Opfer. Eine etwa 40jährige, von *Ch. piceae* befallene Tanne im hiesigen Schlossgarten habe ich jahrelang beobachtet. Sie hatte *Cherm. piceae* am Stamme, an den Zweigen und Knospen, sie kränkelte von Jahr zu Jahr mehr und ist dann vor etwa vier Jahren abgestorben.

Fragen wir uns nun: welche Stellung nimmt die von uns festgestellte Biologie der *Ch. piceae* Ratz. im Vergleich zu dem normalen fünfteiligen Cyklus ein? Wir konstatierten das Vorkommen der Generationen III a, IV und V, denn wir konnten den Nachweis erbringen, dass ausser der zahlreich variierenden parthenogenetischen Generation III a und der geschlechtsgebärenden Generation IV auch die gamogenetische Generation V vorkommt. Allein diese Generation scheint impotent geworden zu sein, Begattung und befruchtete Eier scheinen zu fehlen. Wenn diese durch die Beobachtungsdata bis zu hoher Wahrscheinlichkeit gestützte Annahme richtig ist, so wird uns auch verständlich, weshalb die Generation I, II und III und die *piceae*-Gallen fehlen. Der Schluss der Kette im normalen Entwicklungscyklus ist durch das Ausfallen des befruchteten Ei's unterbrochen worden, und damit sind die primären Fichtengenerationen der Species, die eigentlich typischen Generationen der Gattung

Chermes, die Fundatrix und die Gallengeneration der Geflügelten für *Ch. piceae* verloren gegangen.

Eine Erklärung dieser Erscheinungen im Sinne des Werdens erscheint nicht unmöglich.

Chermes piceae hat auf der Tanne ein überaus zusagendes Exil gefunden. Eine solche Annahme stützt sich besonders auf zwei Beobachtungsdaten:

Erstens ist die Fruchtbarkeit der Haupt-Exulans-Form an der Rinde der jungen Triebe eine ungeheure. Ich habe pro Weibchen 134 Eier gefunden, Eckstein * 110 bis 120. Diese Fruchtbarkeit steht derjenigen der wahren Fundatrix kaum nach. Es scheint darnach die aus der Zahl der Eiröhren bei den verschiedenen Chermes-Generationen abgeleitete Schlussfolgerung Cholodkovskys,* dass diese Zahl „bei den auf Zwischenpflanzen lebenden Generationen (Fundatrices spuriae, Sexuparae, Exules) im allgemeinen viel kleiner ist als bei den auf der Fichte saugenden Generationen" für *Ch. piceae* nicht zuzutreffen, wie auch sein weiterer Satz, dass „die auf Zwischenpflanzen lebenden Generationen überhaupt aus kleinen Individuen bestehen", auf *Ch. piceae* kaum angewendet werden kann. Freilich fehlen hier die auf der Fichte lebenden Generationen I und II zu einem Vergleich. Aber die absoluten Zahlen der Körpergrösse und Eierzahl lassen die Frühjahrszweigmutterlaus der *piceae*-Exulans einer wahren Fundatrix anderer Species kaum nachstehen.

Ein zweites Moment liegt in dem Formenreichtum der *piceae*-Exulanten. Keine andere *Chermes*-Exulans, deren Cyklus ein geschlossener zur Fichte zurückkehrender ist, weder an Tanne, noch an Lärche und Kiefer, zeigt auch nur annähernd eine solche Mannigfaltigkeit verschieden gestalteter und an verschiedenen Teilen der Wirtspflanze lebender Exulans-Formen. Nur *Ch. pini* Koch (und *strobi* Htg.), deren Cyklen noch unerforscht sind, zeigen ähnliche Mannigfaltigkeit. Nun unterliegt es aber kaum einem Zweifel, dass Arten, die unter sehr günstigen und mannigfaltigen Lebensbedingungen leben, auch besonders zur Variation neigen, in ihrer Formgestaltung gleichsam erfinderisch, schöpferisch und ausgiebig werden. So sehen wir an der Tanne

---

* Über den Lebenscyklus der *Chermes*-Arten. Biol. Zentralbl. Bd. XX. J. 1900, p. 276 u. 277.

die Rinden-, Nadel- und Knospenformen der *piceae*-Exulans durch die Gunst der Verhältnisse, welche diese Wirtspflanze ihrem Schmarotzer darbietet, entstehen.

Zugleich lässt eine solche Mannigfaltigkeit in der Formgestaltung einer Art auf den Prozess des Werdens schliessen, *Ch. piceae* ist eine auf der Tanne üppig gedeihende werdende Art. Wir müssen nun zugeben, dass dieser Werdeprozess unter neuen Lebensbedingungen nicht ohne Folgen für die Konstitution der Parasiten vor sich gegangen sein konnte. Eine Anpassung an neue Lebensbedingungen hat mehr und mehr eine Verminderung der Tauglichkeit für die früheren zur Folge. Aber die Macht der Vererbung erhält noch lange Zeit das gesetzmässig gewordene Herkommen des früheren Lebens fest. So sehen wir noch heute, vielleicht alljährlich, vielleicht in einzelnen Jahren nicht mehr, im Frühjahr sexupare Individuen aus Exulanten entstehen, welche der Rückkehr zur Fichte und der Entstehung von Geschlechtstieren dienen.

Aber unter normalen Verhältnissen werden die Sexuparen von Emigranten geboren, das heisst von direkten Nachkommen der frisch von der Fichte zur Tanne herübergekommenen Migrantes alatae. Bei *Ch. piceae* aber entstehen die Sexuparen von Exules, welche Generationen hindurch auf der Tanne gelebt und konstitutionell mehr und mehr verändert worden sind. Darf es uns da wundern, wenn auch die Sexuparen nicht mehr die gleichen geblieben sind und ebenso die von ihnen gezeugten Sexuales? Das frische Blut der Migrantes alatae, welches gleichsam die Tradition von der Fichte bringt und konserviert, ist für *Ch. piceae* nach und nach verloren gegangen, in dem Masse, als die Geschlechtsgeneration durch Veränderungen der Sexuparen in ihrer Funktion, befruchtete Eier zu erzeugen, geschwächt worden war. Dieser Ausfall musste die Umbildung der *Ch. piceae* zu einer specifischen Tannenspecies beschleunigen und vollenden. Dass noch heute die Sexuparae und Sexuales gezeugt werden, ist durch die konservative Macht der Vererbungskraft zu erklären, in ähnlicher Weise, wie bei rudimentären Organen.

In der Tat dürfen wir sagen, dass bei *Ch. piceae* durch Zurückbildung jener beiden Generationen die Sexualität rudimentär und impotent geworden und die Species zur rein

parthenogenetischen Fortpflanzung übergegangen zu sein scheint.

Eine rein parthenogenetisch sich fortpflanzende Species ist immer noch für unsere überbrachte Schulmeinung ein wahres Monstrum. Ich muss gestehen, dass ich mich selbst gegen eine solche Annahme lange gesträubt habe. Ich habe selbst bei drei verschiedenen Pflanzenlausfamilien für je eine Gattung, beziehungsweise Species, für die Gattungen Mindarus, Holzneria und gerade für Chermes *piceae* die Geschlechtsgenerationen nachgewiesen, welche vordem unbekannt waren, und es lag mir daher der Gedanke nahe, dass bei Ch. piceae die gamogenetische Generation vielleicht nur örtllich unwirksam geworden sei. Ich war für die *Chermes*-Arten immer geneigt, die rein parthenogenetischen Cyklen für örtlich beschränkte zu halten, in dem Sinne, wie bei *Psyche helix* Sieb., welche sich bei uns rein parthenogenetisch, südlich der Alpen aber gamogenetisch fortpflanzt. Eine solche Auffassung habe ich auch 1897 in einem Referat der Arbeiten Cholodkovskys vertreten, in dem Sinne, dass die im höheren Norden lebenden Chermes-Arten zu lokaler reiner Parthenogenese hinneigen. Allein die Beobachtungen unserer im südwestlichen Deutschland in einem für die Weisstanne besonders günstigen Gebiet lebenden *Ch. piceae* lassen sich mit einer solchen Auffassung umso weniger vereinbaren, als die unserem *Ch. piceae* nächst verwandte *Ch. coccineus* Chol. in den russisch-sibirischen Wäldern gamogenetisch lebt. Ich muss mich deshalb jetzt zu der Annahme entschliessen, dass *Ch. piceae* aller Wahrscheinlichkeit nach eine rein parthenogenetisch sich fortpflanzende Species geworden ist, obgleich ich die gamogenetische Generation dieser Species nachweisen konnte. Dieses Vorkommnis gewinnt ein besonderes Interesse dadurch, dass die Entstehung einer reinen Parthenogenese durch Rückbildung der zur Sexualität führenden Generationen wahrscheinlich gemacht werden konnte. Cholodkovsky hat in einer neueren Publikation * zahlreiche Fälle aus zoologischem und botanischem Gebiete aufgeführt, in welchen aller Wahrscheinlichkeit nach rein parthenogenetische 'Fortpflanzung für die Species besteht. Dieser Autor hat auch mit Recht hervorgehoben, dass

* Biol. Zentralbl. Bd. XX. J. 1900, p. 274 u. f.

wir nur durch die Macht der Gewohnheit die reine Parthenogenese für unverständlich zu halten geneigt sind und dass uns die gamogenetische Fortpflanzung nur deshalb verständlich erscheine, weil sie die gewöhnliche Fortpflanzungsart ist. Weismann * hat sich besonders gegen die herrschende Vorstellung ausgesprochen, dass die geschlechtliche Befruchtung ein Leben-erweckender oder Leben-erneuernder Vorgang sei. Weismann hebt hervor, dass es Arten gibt, die sich heute nur noch parthenogenetisch fortpflanzen. Er selbst hat den Süsswasserkrebs *Cypris reptans* während 16 Jahren in etwa 80 Generationen hindurch gezüchtet, ohne je Männchen gefunden oder in der Samentasche der Weibchen Zoospermien gesehen zu haben.

Cholodkovsky hat für eine Reihe von *Chermes*-Arten gezeigt, dass neben dem normalen fünfteiligen Cyklus auch vereinfachte Cyklen mit nur parthenogenetischen Generationen bestehen. So bestehen neben *Ch. strobilobius* Kalt. die sehr nahestehenden *Ch. praecox* Chol. und *Ch. tardus* Dreyf., neben *Ch. viridis* Ratz. die ebenfalls nahestehenden *Ch. abietis* Kalt. und *Ch. viridanus* Chol. Die *Ch. praecox*, *tardus* und *abietis* Kalt. zeigen nur noch die Generationen I und II, indem aus der *Migrans alata* direkt wieder die Fundatrix entsteht und der Cyklus dadurch in einem Jahre unter reiner Parthenogenese vollendet wird; *Ch. viridanus* hat sogar nur eine einzige parthenogenetische Generation. Die *Ch. praecox, tardus* und *abietis* Kalt. stehen morphologisch ihren Zugehörigen von dem fünfteiligen Cyklus so nahe, das sie früher nur als Parallelgenerationen einer und derselben Species aufgefasst wurden. Es ist das Verdienst Cholodkovskys, nachgewiesen zu haben, dass für die Formen der vereinfachten Cyklen auch morphologische Unterschiede bestehen und dass ihre Cyklen vollständig selbständig geworden sind, so dass sie als besondere rein parthenogenetische Arten oder Varietäten aufgefasst werden müssen, welche aber im Gegensatz zu *Ch. piceae* auf der Fichte geblieben sind. Nur *Ch. viridanus* Chol. ist eine rein parthenogenetische Form der Zwischenpflanze geworden, und zwar der Lärche.

Ich möchte nun Ihre Aufmerksamkeit zum Schlusse nochmals auf eine schon mehrfach berührte Beobachtung zurücklenken, nämlich auf das Vorkommnis der die ganze Saison hindurch

* Vorträge zur Descendenztheorie. 1902. I., p. 358 u. 59.

im ersten Larvenstadium beharrenden, an den Achsen der Maitriebe und zum Teil auch der vorjährigen Triebe festgesaugten Jungläuse. Dieses Beharren im gleichen Häutungsstadium von Mai bis April ist ein höchst merkwürdiges Vorkommnis, wenn wir an die in zwei bis drei Wochen mit drei oder gar vier Häutungen vollendete Entwicklung der Nadel-Wollläuse und Sexuparen denken. Wenn uns auch durch Veränderungen der Saftzustände im allmählich verholzenden Triebe eine Erklärung für das Aufhören des Wachstums und der Häutungen nahegelegt wird, so verbleibt uns doch noch die Frage nach der Bedeutung einer solchen „larvalen Beharrungsform" auf dem ersten Stadium der Exulans.

Es liegt nahe, hierbei an die rein parthenogenetische Fortpflanzungsweise unserer *Chermes*-Art zu denken und sich die Frage zu stellen, ob in dem Vorkommnis einer larvalen Beharrungsform vielleicht ein Ersatz für die Vorteile, die aus der Geschlechtsvermischung bei der amphigonen Fortpflanzung resultieren, gefunden werden kann. Zugleich muss uns die starke Tendenz der Exulans-Generation von *Ch. piceae* nach mannigfaltiger Variation in der Formgestaltung in Erinnerung kommen.

Die Bedeutung einer zweigeschlechtlichen Fortpflanzung liegt vor allem in dem Ausgleich der verschiedenen Charaktere der Gatten im Sinne der Herstellung eines mittleren Durchschnitts bei den Nachkommen, in der Erhaltung eines mittleren Typs der Art, in dem konservativ wirkenden Gegengewicht gegenüber der Variation. Auch Weismann, * der in der Amphimixis in erster Linie ein Mittel zur Erhöhung der Anpassungsfähigkeit der Organismen an die Lebensbedingungen erblickt, anerkennt doch auch die Bedeutung derselben, durch die stete Kreuzung der Individuen eine allmählich sich steigernde Konstanz der Arten herbeizuführen. Kann nun eine solche Rolle auch der larvalen Beharrungsform zugewiesen werden? Wenn wir bedenken, dass eine solche Larve ein volles Jahr sich gleich bleibt, dabei ihre Charaktere erhält und festigt, um solche, im folgenden Frühjahre geschlechtsreif geworden, auf ihre Nachkommen unverändert zu übertragen, auf Nachkommen, die zum Teil wiederum wie die Mutter in der Beharrungsform verbleiben, so scheint die

* Vorträge zur Descendenztheorie. 1902. II., p. 228 u. 229.

Auffassung sehr berechtigt, dass einer solchen, von Generation zu Generation fortlaufenden larvalen Beharrungsform, welche ihr Keimplasma unbeeinflusst bewahrt, sehr wohl die Bedeutung eines konservativ wirkenden Faktors, gleichsam eines morphologischen Ruhepunktes inmitten der wilden Variation und der rasch auf einander folgenden rein parthenogenetischen Propagationscyklen zugesprochen werden kann.

Aber noch eine andere Bedeutung liegt für eine solche larvale Beharrungsform nahe. Es ist wiederholt beobachtet worden, dass ruhelos fortgesetzte parthenogenetische Fortpflanzung mit einer allmählichen Schwächung und Erschöpfung der Fortpflanzungskraft verbunden ist. Insbesondere hat Balbiani * eine progressive Verminderung der Eiröhrenzahl in den Nachsommer- und Herbstgenerationen der Reblaus beschrieben und daraus sogar den Schluss auf eine „sterilité finale" der ausschliesslich parthenogenetisch sich fortpflanzenden Generationen gezogen. Auch Cholodkovsky ** hat gezeigt, dass bei den ausschliesslich parthenogenetisch sich fortpflanzenden Exulans-Generationen seiner *Ch. sibiricus*, die späteren Generationen immer kleiner werden, infolge dessen sie auch weniger Eier legen. Auch ich *** habe für die Wurzellaus der Tanne nachgewiesen, dass deren Fruchtbarkeit im Herbst stark abgenommen hat.

Nun haben wir aber oben gesehen, dass tatsächlich aus der ein Jahr lang im ersten Larvenstadium verharrenden Junglaus der heurigen Triebe im folgenden Frühjahr eine mit ausserordentlicher Fruchtbarkeit gesegnete Mutterlaus hervorgeht. Wenn nun auch in den Saftverhältnissen der Pflanzenteile im Frühjahr ein wichtiger kausaler Faktor für die Steigerung der Fruchtbarkeit erblickt werden muss, so darf doch auf der anderen Seite auch der langen Ruhepause während der Verharrung im ersten Larvenstadium eine günstige Wirkung im Sinne der Erhaltung, ja sogar der Steigerung der Fruchtbarkeit zugesprochen werden.

Die Biologie der *Chermes piceae* Ratz. hat uns, wie wir im Laufe unserer Darstellung gesehen haben, Veranlassung ge-

* Le phylloxera etc. Institut de France, Akadémie des Sciences. Observations sur le phylloxera. IV. 1884.

** Beiträge zu einer Monographie der Coniferenläuse. I. Teil. Chermes-arten. 1. Heft. 1895.

*** Allgem. Forst- u. Jagdzeitung. 75. Jahrg. 1899, p. 406.

boten, eine Reihe allgemeiner Betrachtungen anzustellen und Erklärung für die aufgeworfenen Fragen zu versuchen.

Wir haben den Ausfall der wichtigsten Fichtengenerationen bei dieser Species aus der Schwächung und Rückbildung der zum befruchteten Ei führenden Generationen und diese Schwächung wieder aus dem auffälligen Gedeihen der exules auf der Tanne und der daraus resultierenden konstitutionellen Veränderung derselben wahrscheinlich zu machen gesucht. Wir sind durch diese Betrachtungen zur Annahme einer ausschliesslich parthenogenetischen Fortpflanzung der *Ch. piceae* gelangt und haben zuletzt in dem Auftreten einer larvalen Beharrungsform einen Ersatz für Vorteile amphigoner Fortpflanzung im Sinne der Bewahrung des Typs der Species und der Erhaltung ihrer Fruchtbarkeit zu finden gesucht.

Ob diese Schlussfolgerungen und Erklärungsversuche in allen Punkten das Richtige treffen, kann erst die erweiterte Forschung und Kritik der Zukunft lehren.

Die Erdbeben in Baden im Jahre 1901.

Von **M. Reichmann**,
Lehramtspraktikant in Karlsruhe.

Im Jahre 1901 sind zwei grössere Erdbeben in Baden wahrgenommen worden; das eine fand statt am 24. März, das andere am 22. Mai. Beide betrafen Oberbaden nebst Teilen der angrenzenden Nordschweiz.

Erdbeben am 24. März.

Werden die Beobachtungen einer Erderschütterung einer eingehenden Erörterung unterzogen, so müssen hauptsächlich die Erdbebenelemente, d. h. die Feststellung der Eintrittszeit und Dauer der Erschütterung, ihrer Intensität, Richtung und Wirkung ins Auge gefasst werden.

Eintrittszeit. Was zunächst die Ermittelung des genauen Zeitpunktes des Eintretens der Erschütterung betrifft, so stösst man hier auf nicht unbeträchtliche Schwierigkeiten. Es macht sich eben der Mangel an empfindlichen Instrumenten, Seismometern, geltend. Die Beobachtungen sind rein subjektiver Natur und müssen deswegen mit grosser Vorsicht aufgenommen, gegenseitig verglichen und auf ihre Richtigkeit und Genauigkeit jeweils geprüft werden, um ein möglichst genaues Bild von der Erbebenerscheinung zu erhalten. Dabei muss sich der Bearbeiter eines Bebens selbst auch der grössten Objektivität befleissigen und sich vor allem davor hüten, mit einer vorgefassten Meinung bezüglich des Ortes der Entstehung und Ursache des Erdbebens an die Durcharbeitung des eingegangenen Materials heranzugehen. In der grössten Anzahl der eingelaufenen Berichte sind nun Angaben über die Eintrittszeit gemacht worden; aber sehr viele müssen als nur „ungefähr" bezeichnet und deshalb wertlos ausser Acht gelassen werden, andere wieder, wie der Bericht von Inzlingen 4^h 10′, Norsingen-Waldshut, können, da sie so beträchtlich von der mittleren Zeitangabe abweichen, unmöglich richtig sein, und

nur wenige, ganz genau fixierte Angaben können einer weiteren Diskussion unterworfen werden. Wie widersprechend und für eine Ermittelung der genauen Zeit des Eintretens der Erschütterung die Angaben oft sind, möge folgendes beweisen. Aus Lörrach sind im ganzen sechs Berichte eingegangen; von ihnen geben drei die Zeit $4^h\,15'$, einer zwischen $4^h\,15'$ bis $4^h\,30'$, einer $4^h\,25'\,30''$, der letzte $4^h\,26'$. Selbst die Berichte, welche Anspruch auf Genauigkeit erheben, sei es nun, dass direkt vor oder nach der Erscheinung auf die Uhr, die richtig gehe, geschaut wurde, oder dass die Uhr infolge des Stosses wie in Muttens stehen blieb, weichen noch um 6′ Minuten von einander ab. Die Berichte letzterer Art seien kurz angeführt:

Albbruck	$4^h\,23'$	(nach dem Stoss)
Steinen	$4^h\,26'$	(nach Postzeit)
Zell	$4^h\,21'$	(nach Postzeit)
Atzenbach	$4^h\,20'$	(nach Postzeit)
Sulzburg	$4^h\,23'\,22''$	(nach Postzeit)
Staufen	$4^h\,25'$	(nach Bahnzeit)
St. Peter	$4^h\,20'$	(nach Postzeit)
Basel u. Muttens	$4^h\,22'$.	

Zwischen den einander sehr nahe liegenden Orten Steinen und Zell eine Differenz von 5′, zwischen den entfernteren St. Peter und Zell keine Differenz! Aus alledem folgt, dass eine wissenschaftlich genaue Zeitangabe sich nicht machen lässt. Als Basis für weitere Untersuchungen über die Geschwindigkeit der Fortpflanzung der Erdbebenwellen oder zur Ermittelung des Herdes erweisen sich die Zeitangaben als unbrauchbar. Man kann höchstens den Schluss ziehen, dass die Eintrittszeit zwischen $4^h\,20'$ und $4^h\,26'$ a. m. liegen muss.

Dauer der Erschütterung. Ueber die Dauer des Bebens liegt gleichfalls eine Reihe von Beobachtungen vor; aber auch hier gilt das oben Gesagte; sie schwanken ausserordentlich, da auch sie nur auf Schätzung beruhen. Eine Anzahl von Berichten wie Fröhnd 3′, Gersbach 1′ kommen nicht in Betracht; auch Angaben von 1′ oder 30″ sind wohl viel zu hoch geschätzt. Werden die ungenauen und unmöglich richtig sein könnenden, wozu ich alle zähle, welche eine Dauer von 30″ und darüber angeben, beiseite gelassen, so bleiben für eine weitere Besprechung

noch 83 Beobachtungen übrig. Davon geben 5 eine Dauer unter 2″ an. Es sind die Berichte aus:

Albert-Hauenstein . . .	1″
Kandern	1—1,5″
Lörrach	1″
Maulburg	1″
Wiechs	1,5″.

9 eine Dauer über 10″ und zwar:

Albbruck	15″
Badenweiler	20″
Langenau	11—13″
Müllheim	25″
Niederhof	15—20″
Oberweiler	22″
Thiengen	10—15″ resp. 10—12″
Mambach	11″.

Die Angaben unter 2″ stehen zum Teil im Widerspruch mit Berichten aus dem gleichen Ort wie in Lörrach mit zwei Berichten von 2″, ebenso der Bericht von Maulburg mit einem von 8–10″. Die Berichte von Albert-Hauenstein und Albbruck können auch nicht richtig sein; denn es ist nicht denkbar, dass bei der geringen Entfernung der Orte in der Dauer eine Aenderung von 14″ hätte stattfinden können. Die weit überwiegende Mehrzahl der Beobachter gibt die Dauer zwischen 2—10″ an, davon wieder die meisten 2—3″. Wenn man nun bedenkt, dass die Angaben nur auf Schätzung beruhen, und wie leicht man sich bei so kurzen Zeiträumen überschätzt, so dürfte man mit der Annahme, das Beben habe 2—3″ gedauert, der Wahrheit ziemlich nahe kommen. Die Annahme findet noch eine Stütze darin, dass sie ziemlich gleichmässig über das ganze Gebiet verteilt ist.

Auch über die Dauer der einzelnen Stösse sind mehrere Berichte gemacht worden; in weit überwiegender Mehrzahl wird eine Sekunde als Dauer des Stosses gemeldet.

Verbreitungsgebiet. Das zusammenhängende Schüttergebiet umfasst so ziemlich den südlichen Schwarzwald nebst Teilen der nordwestlichen Schweiz. Die Westgrenze fällt annähernd mit der Verwerfungsspalte, welche die diluvialen Schottermassen des Rheintales von der mesozoischen und tertiären Vorbergszone des Schwarzwaldmassives trennt, zusammen und verläuft über Auggen-

Eschbach-Freiburg. Positive Nachrichten aus Orten der Rheintalebene liegen nicht vor. Ganz isoliert vom eigentlichen Erschütterungsgebiet ist Mülhausen i. E., wo nach Bericht der Badischen Presse morgens gegen 4 Uhr ein Erdbeben verspürt wurde.

Nach Norden ist das Schüttergebiet durch das Glottertal abgegrenzt; gegen Osten sind die äusserst gelegenen Orte, die betroffen wurden, Vöhrenbach, Neustadt-Kappel-Thiengen. Der südlichste Ort dürfte Flumenthal bei Solothurn sein, wo im Schulhause ein Blumentopf, der von der Decke des Zimmers an einem dreiteiligen Faden herabhing, in Schwingung gesetzt und ein Faden abgerissen wurde. Ob das Beben bis an die Gestade des Genfersees, wie man aus Lausanne meldet, sich fortpflanzte, ist höchst unwahrscheinlich. Ueberblickt man das gesamte Erschütterungsgebiet, so erkennt man, dass es ungefähr die Gestalt einer Ellipse hat, deren längerer Durchmesser NO-SW läuft, deren kürzerer NW-SO, wie aus beigelegter Karte zu ersehen ist.

Art der Bewegung. Die Art der Erschütterung wird sehr verschiedenartig angegeben. Bald als ein Stoss, ein Ruck, bald als ein oder mehrere Stösse, verbunden mit wellenförmiger Bewegung des Bodens, bald nur als einfach schwankende Bewegung, als ein Zittern des Untergrundes. Dabei sind die Angaben ziemlich regellos über das ganze Gebiet zerstreut; sehr oft widersprechen sich die Angaben aus dem gleichen Ort. Dagegen liegen aus Lörrach übereinstimmende und bestimmt lautende Angaben vor. Sämtliche fünf Berichterstatter aus Lörrach sprechen von einem Stosse mit Erschütterung, als ob ein schwerer Gegenstand auf den Fussboden gefallen wäre begleitet von einem windstossartigen Geräusch. Nach dem Berichte des Herrn Dr. Grether erfolgte der Stoss in vertikaler Richtung von unten. Auch von dem Beobachter aus Inzlingen, das nahe bei Lörrach liegt, wird die Erschütterung geschildert als „ein Stoss ähnlich dem Fallen eines schweren Gegenstandes mit Getöse“. Die Leute in Kandern verspürten einen einzigen Stoss ohne wellenförmige Bewegung. Im ganzen wurden aus 22 Ortschaften Berichte eingeschickt, in denen die Erschütterung als ein kurzer Stoss oder Ruck bezeichnet ist. Aus 28 Orten liegen Berichte vor, in denen die Beobachter die Bewegung eine wellenförmige nennen verbunden mit einem oder mehreren, meist zwei Stössen. Eine genau detaillierte Beschreibung dieser Art der Bewegung hat in dankenswerter Weise Herr

Professor A. Hauser aus Staufen gegeben. Er schreibt: „Ich lag wachend im Bett im zweiten Stock. Im Zimmer unter mir (verschlossen und unbewohnt) erfolgten im Abstand von $^3/_4$ Sekunden zwei starke Stösse, als ob zwei schwere Säcke auf den Boden geworfen würden.“ Wo zwei Stösse beobachtet wurden, ist zum Teil auch Aufschluss darüber gegeben, welcher von den beiden der stärkere war. So meldet man aus Müllheim, dass der zweite Stoss weit heftiger war wie der erste, ebenso aus Todtnauberg, Waldshut, Kleinthal und Wiechs; in Oberweiler soll der erste stark, der zweite schwach gewesen sein. In Mambach, Fröhnd, Furtwangen wurde nur ein Stoss mit Wellenbewegung verspürt; dabei ging in Häg, Fröhnd, Furtwangen, Untermünsterthal der Stoss dem Zittern des Bodens voraus; in Klein-Herrischwand lag der Stoss in der Mitte, ebenso in Wisleth; von da schreibt man von leisem Zittern, dem ein Stoss folgte und mit rollenartigem Geräusch endigte. Es war, als ob die Wohnung auf Rollen fortbewegt würde und plötzlich über einen Stein ging. In Schopfheim, Sulzburg wird die Bewegung übereinstimmend als wellenförmiges Rollen bezeichnet, dem ein heftiger Stoss folgte. Aus 23 Orten liegen Beobachtungen vor, in welchen die Erschütterung als Wellenbewegung oder Zittern des Bodens verzeichnet ist. Es lautet der Bericht aus Aichen: Wellenförmige Bewegung des Bodens. Der Boden zitterte bemerklich. Herr Hauptlehrer Hepting aus Eschbach spricht von „Auf- und abwärtsgehendem Rütteln mit nachfolgendem donnerähnlichem Geräusch“. Die Berichterstatter in Fischbach und Kappel hatten den Eindruck einer rollenartigen Erschütterung, wie wenn eine grosse Masse Schnee vom Dache fällt. Sehr oft wird die Erschütterung verglichen mit der, welche das Vorbeifahren eines schwerbeladenen Fuhrwerkes auf gefrorenem Boden, oder einer Schnellzugslokomotive, der Gang einer schweren Maschine, oder das heftige Zuschlagen einer Tür in einem leicht gebauten Hause verursacht.

Richtung der Bewegung. Bei dem Versuche einer genauen Bestimmung der Richtung der Stösse und der Fortpflanzungsrichtung der Erdbebenwelle und dem Versuche aus diesen Daten den Erdbebenherd zu ermitteln, stehen nicht minder wie bei der Ermittelung der Eintrittszeit Schwierigkeiten entgegen. Da Erdbebenapparate im betroffenen Gebiet nicht vorhanden sind, die Angaben nur auf subjektivem Empfinden beruhen, weil ein Ver-

schieben von Gegenständen, wonach die Fortpflanzungsrichtung hätte bestimmt werden können, nur selten stattfand, so müssen die trotzdem gezogenen Schlüsse mit grosser Vorsicht aufgenommen werden. Wirft man einen Blick auf beigefügtes Kärtchen, in welchem die Fortpflanzungsrichtungen eingezeichnet sind, so scheinen letztere ziemlich regellos im ganzen Gebiet orientiert zu sein; bei längerem Betrachten der Richtungen jedoch lassen sich aus dem Wirrwar gewisse Richtungen herausfinden, welche vorherrschen und nach den Richtungen der Windrose um einen Punkt im unteren Wiesental sich anordnen.

Oestlich vom Wiesental herrscht die Richtung West—Ost vor; ich nenne Adelhausen, Dossenbach, Gersbach, Herrischried, Alpfen, Aichen, Thiengen, Waldshut; gegen Süden längs des Rheines hat man vorherrschend die Richtung S—N, Grenzach—Riehen, Minseln, Rheinfelden, Brennet—Albbruck; Muttens—Basel zeigen die Richtung SW—NO. Westlich vom Wiesental scheinen die Vorwerfungsspalten nicht ohne Einfluss auf die Fortpflanzungsrichtung gewesen zu sein; denn längs der Rheintalspalte findet man die Richtung N—S Kandern - Badenweiler—Staufen - Eschbach; nach Nordwesten geht die Richtung über in NW - SO Müllheim - Sulzburg - Münsterthal; nach Nord die Richtung N—S Wiesleth—Schönau, Todtmoos, gegen NO die Richtung SW—NO Todtnau—Bernau—St. Blasien. Im Wiesental selbst liegen die Richtungen äusserst verschieden. Wie man sieht, ergibt sich eine konvergent strahlige Anordnung um das untere Wiesental. Auf folgenden Kreis möge noch hingewiesen werden: Basel—Grenzach—Rheinfelden, Dossenbach, Steinen; nach aussen schliesst sich daran ein zweiter Kreis, nämlich Muttens, Rheinfelden, Waldshut—Thiengen, Aichen, St. Blasien, Menzenschwand, Todtnau—Schönau, Sulzburg. Die oben hervorgehobene Anordnung der Fortpflanzungsrichtungen der Erdbebenwelle stimmen nun genau mit den Angaben über die Art der Bewegung überein, insofern das Beben in Lörrach—Inzlingen als succussorischer Stoss sich äusserte. Demnach muss in der Gegend von Lörrach das Epicentrum des Bebens gelegen sein, von wo es sich allseitig ausbreitete.

Wirkungen der Bodenbewegung. Die Wirkungen der Erschütterung waren im allgemeinen geringe. Nach der von Futterer* abgeänderten Forelschen Erdbebenskala lassen sich die

* Erdbeben vom 22. Jan. 13. Bd. d. Verhandl. des Naturw. Ver. S. 10.

vom Erdbeben betroffenen Orte in drei Gruppen einteilen. In den Orten stärkster Erschütterung, Gruppe eins, erreichte das Beben den Intensitätsgrad 3, d. h. mittelstarke Erschütterung, fähig, leicht bewegliche Gegenstände zu verschieben. Zu dieser Gruppe gehören hauptsächlich die Orte im Wiesental, längs der Rheintalspalte und im Münstertal. Die Badische Landpost schreibt unter „Wiesental" „die Fenster klirrten, Möbel wankten, Kinder erwachten und weinten". Der Polizeiwachtmeister in Lörrach berichtet, dass Hausgeräte, wie Betten, Tische schwankten, der Lampenschirm einer Stehlampe auf die Seite geschoben, zugemachte Stubentüren aufgerissen wurden. Oberbauinspektor Baum aus Lörrach gibt an, dass die Gläser klirrend aneinander stiessen. Gleiches wird aus Inzlingen gemeldet. In Degerfelden, Dossenbach, Eichsel, Minseln erzitterten die Häuser und Gegenstände rüttelten; in Herthen geriet ein eiserner Ofen ins Wanken, im Gasthaus zum Adler in Adelhausen fielen die Kleider vom Sessel und ein Apparat begann zu läuten. Den gleichen Intensitätsgrad hatte das Beben in Maulburg, Schopfheim, wo der Wecker des Herrn Ratz drei Minuten in einem fort rasselte, in Fahrnau, Hausen, Zell, Mambach. In Schopfheim wurde Holz, das auf dem Speicher eines massiv gebauten Hauses aufgestapelt war, zum Teil umgeworfen. Aeltere Personen behaupteten, dass dieses Erdbeben das stärkste war, das sie je erlebt haben. Auch in Kandern war die Erschütterung eine verhältnismässig heftige. Es knarrten die Türen; der Krug auf dem Waschtisch klirrte, die Menschen erwachten aus dem Schlafe, einzelne riefen um Hilfe. Etwas gemildert war das Toben im Badenweilertal; in Badenweiler klirrten die Fenster, in Oberweiler schlugen die Gläser aneinander, in Müllheim wurden zwei Cigarren von einem Fenstersims heruntergeworfen. In Hügelheim, Britzingen, Zurzingen, Vögisheim und Auggen aber war das Beben sehr geschwächt. Beinahe ebenso stark wie im Wiesental waren nach den Berichten die Wirkungen im Münstertal. Es krachten die Holzhäuser, Lampen, Bettstatten schwankten. Das Vieh im Stalle wurde unruhig; die Leute, die mit dem Füttern des Viehs beschäftigt waren, liefen zum Teil vor Schreck auf die Strasse. Im Schulhaus zu Grunern, nahe der Hauptverwerfungsspalte des Rheintales, fiel Gyps von den Wänden; in Staufen wurde eine ein Pfund schwere Gypsfigur, die auf einem Holzgestell stand, herumgedreht und ein

Säulenofen schwankte. Aus Sulzburg wird berichtet, dass die Möbel in ein unheimliches Hin- und Herschwanken gerieten.

Wenn man versucht, das pleistoseiste Gebiet etwas näher zu umgrenzen, so sind zwei Gebiete näher in das Auge zu fassen: das Wiesental und das Münstertal. Sehr stark wurden sodann noch die Orte längs der Rheintalspalte getroffen, die wir jedoch aus später zu besprechenden Gründen vorläufig ausschalten. Es ist klar, dass in dem pleistoseisten Gebiet der Erregungsort des Erdbebens zu suchen ist; und nun fragt sich, liegt dieser im Münstertal oder im Wiesental? Aufschluss über die Frage können uns geben 1. die Art der Bewegung, 2. die Richtung der Bewegung. Die Art der Bewegung ist in der Nähe des Erdbebenherdes sukkussorisch. Je weiter man sich vom Erregungsort entfernt, um so mehr muss die Stossbewegung in eine Wellenbewegung übergehen. Letztere ist wohl stets dann anzunehmen, wenn zwei Stösse gemeldet werden, welche dann der grössten Schwingungsamplitude entsprechen dürfen. Vom Ursprungsort pflanzt sich das Beben wellenförmig nach allen Richtungen fort. Die Anordnung der Richtung muss darnach auf den Erregungsherd führen. Für vorliegendes Erdbeben werden nun aus Staufen zwei Stösse gemeldet, aus dem Münstertal liegen gleichfalls Berichte vor, welche von zwei Stössen mit wellenförmigen Bewegungen sprechen. Dagegen verspürten sämtliche Beobachter in Lörrach und Inzlingen nur einen Stoss (nach Dr. Grether vertikal). Dahin konvergieren, wie oben gesehen, die Richtungen. Man dürfte also nicht fehl gehen, wenn man schliesst, der Erregungsherd liegt im unteren Wiesental. Dann ist aber auch hier das pleistoseiste Gebiet. Und in der Tat waren auch hier die verhältnismässig stärksten Erschütterungen, und da liegen die meisten Orte der Gruppe 1 mit Intensitätsgrad drei. Das pleistoseiste Gebiet ist auf dem Kärtchen durch eine rote Linie eingezeichnet.

An die Gruppe 1 schliesst sich Gruppe 2 mit Stärkegrad zwei der Futtererschen Erdbebenskala nach allen Seiten hin an. Nach Westen und Nordwesten sind es die Orte Krozingen, Kirchhofen, Freiburg, nach Norden Hinterzarten, St. Peter—St. Märgen, von Osten Gersbach, Görwihl, Oberwiehl, Todtmoos, Aichen, St. Blasien, nach Süden Albbruck, Waldshut und Orte der Schweiz. Die Erschütterung war in genannten Orten derartig, dass sie den Menschen aus dem Schlafe weckte (Albbruck, Krozingen), die

Fenster zum Klirren (Aichen, St. Blasien u. a.), Bettstellen und Gegenstände leicht zum Erzittern brachte (Gersbach, St. Peter u. a.).

Der letzten, dritten Gruppe mit Stärkegrad 1, gehören alle anderen Orte an, in welchen das Beben verspürt wurde. Ich rechne dazu die Orte, in welchen das Beben sich nur durch Geräusch, donnerartiges Rollen oder leichtes Zittern des Bodens bemerkbar machte. Die Orte liegen zum Teil zerstreut zwischen Orten von Stärkegrad zwei, zum Teil schliessen sie sich gegen die Grenze des Erschütterungsgebietes an diese an. Es gehören hierher Furtwangen, Glotterthal, Eschbach, Norsingen, Kappel, Höchenschwand u. a. Als besondere Wirkung sei noch angeführt, dass in Maulburg laut Konstanzer Zeitung in der Gretherschen Gypsgrube an der Wanne durch das Erdbeben ein kleiner Erdsturz veranlasst wurde, insofern Wiesengelände von 40 qm Umfang ca. 10 m tief versank.

Schallerscheinungen. Das Erdbeben war im ganzen Erschütterungsgebiet von Schallerscheinungen begleitet; an manchen Orten wie Neuhof, Niederhof, Wagensteig u. a. war das Beben überhaupt nur als Schallphänomen zur Kenntnis gekommen. In fünf Fällen wird berichtet, dass das Geräusch der Erschütterung voranging, in 7, dass es folgte, in 23, dass es die Erschütterung einleitete, begleitete und damit endigte; in andern Fällen ist eine Zeitangabe, ob prae oder post der Erschütterung, nicht gemacht worden.

Die Art des Geräusches wird von den verschiedenen Beobachtern sehr verschieden bezeichnet. Einige vergleichen das Geräusch mit dem Schall, den das Herabgleiten grosser Schneemassen vom Dache des Hauses verursacht (Atzenbach, Fischbach), andere mit dem eines schnellfahrenden Eisenbahnzuges oder mit dem Rollen eines Lastwagens, der über gefrorenen Boden hinfährt; wieder andere glaubten nach dem Ton annehmen zu müssen, dass im oberen Stockwerk ein schwerer Gegenstand umgestürzt sei; manche vergleichen es mit dem Brausen eines Sturmwindes, mit dem Rauschen eines starkfliessenden Baches, mit dem Sausen, welches ein Schwarm vorbeifliegender Vögel hervorbringt. Vielfach wird das Erdbebengeräusch als unterirdisches Rollen, als rumpelndes Getöse, als ferner Donner, als scharfer Knall wie bei einem Böllerschuss oder einer Explosion bezeichnet.

Die Beobachter in Fahrnau und Waldshut geben an, dass das Geräusch aus dem Boden kam, die in Müllheim aus der Luft, alle andern lassen es die Frage dahingestellt; jedenfalls kommt der Schall aber aus der Luft, wohin er von dem erschütterten Boden verpflanzt wird.

Ursache des Erdbebens und geognostische Uebersicht über das Schüttergebiet. Um die Ursache des Bebens kennen zu lernen, ist es vor allem nötig, einen tieferen Einblick von den geognostischen Verhältnissen des erschütterten Gebietes zu nehmen. Letztere sind aus der geognostischen Uebersichtskarte des Schwarzwaldes von Heinrich Eck ersichtlich. Ein Blick auf die Karte lehrt, dass das Schüttergebiet zwei geologisch wesentlich von einander verschiedene Gebiete umfasst; das eine gehört dem Grundgebirge des südlichen Schwarzwaldes an, das andere schliesst in sich die marinsedimentäre Vorbergszone, welche in Brüchen rings vom Horste des Schwarzwaldmassives abgesunken ist. Das Grundgebirge des Schwarzwaldes besteht bekanntlich vorwiegend aus krystallinen Schiefern, in welchen vier grosse Granitmassive aufsetzen, von denen zwei in unserem Gebiet liegen. 1. Das Blauenmassiv, welches am Westabfall des Gebirges zwischen Blauen und Kandern anhebt und sich ostwärts nach Herrenschwand und Wehr erstreckt, 2. das Schluchseemassiv, welches von Blössling und Oberwihl in nordöstlicher Richtung über Schluchsee nach Neustadt im Norden, Uihlingen im Süden und über Hammereisenbach nach Unterkirnach hinzieht. An ihrer nördlichen Grenze stossen die beiden Granitmassive zumeist an eine 4 km breite Zone von Grauwacken, Schiefern und Konglomeraten des Kulm; die Kulmzone verläuft in einem stark dislozierten Zuge von Badenweiler über Schönau bis Lenzkirch. Das Streichen der Kulmschichten richtet sich im allgemeinen in Ost und OstNO; ihr Einfallen ist ein steiles (70—80°) und gleichförmiges. Auf die Kulmschichten folgt nordwärts das ausgedehnte zusammenhängende Gneissgebiet des mittleren Schwarzwaldes. Ueber die Lagerung der Gneisse sind bis jetzt nur sehr unvollkommene Angaben bekannt. Doch gelangte man nach Steinmann* durch Kombination aller bekannten Beobachtungen zu der Ansicht, dass das Gneissgebiet ein System eng zusammengeschobener.

* Steinmann und Gräff: Geolog. Führer der Umgegend von Freiburg.

ziemlich steil stehender Falten sein müsse, deren Axen ungefähr SW—NO streichen und deren Schenkel meist nördlich fallen. Unterbrochen wird das kontinuierliche Gneissgebiet im Münstertal durch mächtige Decken und Gänge von Quarzporphyr, die auch im Granit, in den Kulmgrauwacken oberhalb vom Schluchsee, bei Lenzkirch und in den südlichen Gneissgebieten in der Umgebung der Alb und Wehratäler sich finden. Im Süden liegen zwischen den beiden Granitmassiven mehrere kleinere Gneissgebiete, so zu beiden Seiten des oberen Wehratales bei Todtmoos und Hornberg, im Vorwald bei Laufenburg und Hauenstein und im oberen Albtal unterhalb St. Blasien.

Durch ein System von Bruchlinien, das über Sexau, Freiburg—Staufen—Badenweiler, Kandern, Lörrach verläuft, ist das krystalline Grundgebirge im Osten von der marin sedimentären Vorbergszone im Westen getrennt. Es sind dies vorwiegend marine Sedimente der Trias, Jura und Tertiärformation in der Form von Konglomeraten, Sandsteinen, Mergeln und Tonen. Die Schichten sinken an Verwerfungsspalten, welche SSW—NNO verlaufen, treppenartig der Rheinebene zu. Die zerbrochenen Sedimentschollen fallen wenig gegen Westen ein; die am weitest abgesunkenen Schichten liegen heute tief unter dem Niveau der Rheinebene. Der Maximalbetrag der Verschiebung beträgt gegen 1800 m. Am Südrande des Schwarzwaldes füllen niedergesunkene Sedimenttafeln den ganzen Raum zwischen dem Granitstock des Blauen bei Badenweiler und dem Gneissgebiet des Vorwaldes bei Säckingen aus. Mitten durch das Gebiet fliesst die Wiese. Die Schichten sind nahezu horizontal gelagert. Durch eine Bruchlinie, welche von Kandern über Wisleth, Raith, Wehr, Brennet verläuft, sind sie vom Grundgebirge getrennt. Noch andere Bruchlinien durchziehen das Gebiet, deren eine von Rheinfelden nördlich an Degerfelden vorbei nach Lörrach, deren zweite südlich von Schopfheim streicht. Südlich des Rheines bei Basel, Rheinfelden, Laufenburg verschwinden die Sedimenttafeln unter der Juradecke. Im Osten trennen gleichfalls allerdings sehr minimale Verwerfungslinien die Sedimentärreihe von dem Grundgebirge. Rings um den Schwarzwald vollzieht sich demnach die Abtrennung der mesozoischen Tafeln vom alten Gebirge in mehr oder minder dem Gebirgsrande parallelen Brüchen, die häufig von Querbrüchen rechtwinklig gekreuzt werden.

Zusammenhang zwischen dem tektonischen Aufbau und der Erdbebenerscheinung. Geht man auf den Zusammenhang, der zwischen dem geologischen Untergrund und der Erdbebenerscheinung besteht, ein, so zeigt sich, dass der tektonische Aufbau von grossem Einfluss auf die Verbreitung, Art und Stärke der Erschütterung ist. Vor allem auffallend ist die Einwirkung der Verwerfungsspalten auf die Verbreitung des Bebens. Im Westen hat die Bruchlinie, welche die Vorbergszone des Schwarzwaldes von den diluvialen Schottermassen des Rheintales trennt. der Erdbebenwelle Halt geboten, ebenso die Grenzlinie zwischen Sedimentärformation und krystallinem Gebirge im Osten; nur im Südosten bei Alpfen pflanzte das Beben sich in die Sedimentschichten hinein fort, was sich aber dadurch erklärt, dass die Orte dem Erregungsherd ziemlich nahe liegen, die Intensität des Bebens mithin eine relativ starke gewesen sein muss, fähig, den Widerstand, den die Spalte entgegensetzte, zu überwinden. In seiner Bearbeitung des rheinisch-schwäbischen Erdbebens von 1886 hat Eck darauf hingewiesen, dass die Gneisse die Erdbebenwelle längs ihrer Streichrichtung besser leiten als senkrecht dazu. Das lässt sich auch für vorliegenden Fall konstatieren. Das gute Leitungsvermögen der Welle von seiten des Granites und Gneisses, besonders in der Streichrichtung bewirkte, dass das Erdbeben weiter nach NO sich ausbreitete als nach Westen und Osten. Bei dem Versuche, aus der Richtung der Erdbebenwelle das Epicentrum zu bestimmen, trat uns nicht wenig die Richtung N—S längs der Verwerfungslinie zwischen Grundgebirge und Vorbergszone entgegen; ebenso frappant war aber auch die grosse Intensität längs der Spalte. Beides erklärt sich nun gerade durch den Verlauf der Spalte. Bei der Annahme, das Erdbeben sei durch eine Verschiebung von Sedimentschollen im Wiesental entstanden, traf die Erdbebenwelle in nordwestlicher Richtung auf die Rheintalspalte: hier erfuhr sie einerseits eine Ablenkung von der theoretischen NW-Richtung nach N, andererseits erwies sich die Spalte durch Hervorrufung weiterer Störungen als Schütterlinie, wie es auch beim Beben von 1896 der Fall war, und verursachte den hohen Intensitätsgrad in Kandern, Sulzburg, Grunern. Gegen Westen zu wurde zum Teil durch die Spalte das Beben geschwächt. Ob die starke Wirkung des Bebens im Münstertal mit den alten paläozoischen Eruptionen in Verbindung gebracht werden kann.

wage ich nicht zu behaupten. Ganz unwahrscheinlich ist es nicht. Glaubte doch auch Futterer bei dem Beben von 1896 auf einen Zusammenhang hierselbst hinweisen zu müssen.

Ursache des Bebens. Stellt man sich die Frage, wo der Erregungsort und die Ursache des Bebens zu suchen ist, so ist von vornherein klar, dass das eine wie das andere in das Gebiet stärkster Erschütterung zu verlegen ist. Denn alle Orte nahe dem Erregungsherd müssen stärker betroffen werden als die entfernteren. Nun haben wir oben als epizentrales Gebiet das untere Wiesental bezeichnet. Nach der Ursache des Erdbebens unterscheidet die Geologie vulkanische, tektonische und Einsturzbeben. Die vulkanischen Beben haben ihre Ursache in der Reaktion des glutigen Erdinnern gegen ihre Oberfläche, die tektonischen in gebirgsbildenden Prozessen, die Einsturzbeben in Auswaschungserscheinungen. Es ist evident, dass ein vulkanisches Beben nicht vorliegen kann, da ein vulkanischer Herd im epizentralen Gebiet nicht vorhanden ist. Gegen die Annahme eines Einsturzbebens aber spricht der Umstand, dass diese nur lokale Phänomene sind und dass, wenn sie auftreten, sie sich in längerer Zeitdauer wiederholen. Beides trifft aber hier nicht zu. Als dritte Möglichkeit bleibt das tektonische Beben. Dafür sprechen auch mehrere Gründe. Erstens spricht dafür, dass die Erdbeben in der oberrheinischen Tiefebene die Aeusserungen des fortdauernden Einsinkens und Zusammenbruchs der gewaltigen Grabenversenkung zwischen Schwarzwald und Vogesen sind, mithin unser Erdbeben als solches nicht allein dasteht und mit gebirgsbildenden Prozessen im Zusammenhang ist; zweitens spricht für ein tektonisches Beben die verhältnismässig grosse Zahl von Verwerfungslinien, welche das epizentrale Gebiet durchkreuzen und drittens das im Verhältnis zu seiner Wirkung grosse Erschütterungsgebiet, was auch ein Hinweis darauf ist, dass der Erregungsort in relativ grosser Tiefe liegt. Wir stellen also fest, dass das Beben ein tektonisches ist, dass man es mit einer Vorschiebung von Gebirgsschollen zu tun hat. Nachdem wir die Ursache kennen gelernt haben, so wollen wir jetzt den Erregungsort näher bestimmen, hauptsächlich die Frage prüfen, ob die Verschiebung längs der Rheintalspalte oder in einer dazu senkrechten Spalte stattfand. Um das Problem zu lösen, ist es nötig, das Erdbeben mit denjenigen zu vergleichen, welche das betroffene Gebiet gleichfalls heimsuchten. Es sind das die Beben vom

7. Dezember 1875, 24. Januar 1883 und 21. April 1885. Von diesen wurde das vom 24. Januar 1883 von Kloos bearbeitet, zudem ist es dasjenige, welches die grösste Aehnlichkeit mit dem vom 24. März 1901 hat. Das Beben vom 24. Januar 1883 erschütterte den südlichen Schwarzwald, die Vorbergszone und pflanzte sich bis in die Vogesen hinein fort. Südlich der Verwerfungsspalte, welche über Kandern, Wiesleth—Schönau läuft, zeigt es keine Erschütterungspunkte; nur Lörrach, weil es an der Hauptverwerfungsspalte liegt, ist getroffen worden. Die Dinkelbergverwerfung trat hier der Verbreitung entgegen. Kloos verlegte die Ursache des Bebens in eine Senkung der sedimentären Gebirgsschollen längs der Rheintalspalte von Kandern im Süden bis Keppenbach im Norden. Bei dem Beben vom Jahre 1901 scheint mir die Verschiebung jedoch nicht längs der Rheintalspalte stattgefunden zu haben, obwohl hier Orte stärkster Erschütterung liegen. Denn hätte die Verschiebung längs der Spalte stattgefunden, so ist nicht einzusehen, warum nicht westlich der Spalte auch Orte stärkster Erschütterung liegen — (ein laterales Beben liegt wohl kaum vor) —, warum die Erschütterung sich nicht auch bis in die Vogesen fortpflanzte; es erklärt sich aus der Annahme nicht die Lage des epizentralen Gebietes, das ja das untere Wiesental umfasst; dann spricht sehr dagegen, dass westlich von Lörrach und Kandern das Beben so wenig verspürt wurde. All dies aber erklärt sich durch die Annahme, dass die Verschiebung von Sedimentschollen im Wiesental stattfand an einer Verwerfungslinie senkrecht zur Rheintalspalte wahrscheinlich der Verwerfungslinie, die von Lörrach nach Rheinfelden zieht. Denn hier verspürte man sukkussorische Stösse und dahin konvergieren die Richtungen.

Schluss. Fasst man kurz noch einmal die erhaltenen Resultate zusammen, so darf man wohl sagen: Das Erdbeben vom 24. März 1901 entstand durch eine Verschiebung von Sedimentschollen im unteren Wiesental. Es war ein tektonisches Beben. Von hier pflanzte das Beben sich weiter nach NO und SW fort als nach anderen Richtungen. Im O und W ist das Schüttergebiet durch Verwerfungslinien abgegrenzt. Die Rheintalspalte erwies sich als ausgezeichnete Schütterlinie.

Erdbeben am 22. Mai 1901.

Am 22. Mai morgens 8 Uhr wurde in Efringen, Leopoldshöhe, Lörrach, Grenzach und Säckingen ein Erdbeben verspürt.

Die Angaben über die Eintrittszeit schwanken zwischen 4^h 3′ in Säckingen und 7^h 57′ in Efringen und Grenzach. In Lörrach soll nach einem Bericht das Beben 8^h 30″, nach einem andern 7^h 58′ eingetreten sein, in Leopoldshöhe 8^h 1′ und in Stetten bei Lörrach 7^h 58′ 30″. Es differieren mithin die Angaben um 6′, und zwar fallen die Endwerte auf die von einander entferntesten Orte. Eine genaue Zeitangabe betreffs der Eintrittszeit des Bebens kann nicht angegeben werden. Die Angaben über die Dauer des Bebens variieren zwischen 2″ in Grenzach und 4″ in Leopoldshöhe. Jedenfalls ist die Dauer der Erschütterung sehr gering gewesen.

Das Beben äusserte sich teils als Stoss allein, wie in Leopoldshöhe, wo er mit dem Anprall einer Lokomotive an ein Haus verglichen wird, teils als Stoss verbunden mit Zittern wie in Säckingen, Efringen und Stetten, wo die Erschütterung mit dem Herabfallen eines schweren Gegenstandes verglichen wird; aus Lörrach werden zwei Stösse gemeldet.

Ueber die Richtung der Stösse sind gleichfalls einige Berichte eingegangen. Unter denen gestattet die Beobachtung aus Grenzach einen Schluss auf die Richtung zu ziehen. Es schwankte dort an der NO-Wand ein Sekretär von hinten nach vorn. Daraus ergibt sich als Stossrichtung NO—SW. Im allgemeinen konvergieren die Richtungen nach dem Dinkelberg hin. Die Intensität des Bebens war entsprechend seiner Art eine geringe; sie erreichte den zweiten Grad der Futtererschen Erdbebenskala. Nähere Angaben liegen nur aus Säckingen und Grenzach vor. In Säckingen schwankten leichtere Gegenstände, in Grenzach fielen in einem Kamin kleine Steine und Mörtel herab.

Ueberall war das Beben von Geräusch begleitet, das teils mit fernem Donner, teils mit dem, welches ein vorbeifahrendes Lastfuhrwerk verursacht, verglichen wird

Aussergewöhnliche Erscheinungen sind sonst nicht beobachtet worden.

Als Ursache dürfte auch in diesem Falle eine Verschiebung längs einer Verwerfungsspalte anzunehmen sein.

Die Rasse des schwedischen Volkes.

Von Dr. **Ludwig Wilser.**

Der Gegenstand, für den ich heute Abend Ihre Aufmerksamkeit erbitte, berührt uns näher, als vielleicht mancher von Ihnen beim Lesen der Ankündigung denken mochte. Denn einmal bewohnen die Schweden noch heute das Land, aus dem nach Sage und Geschichte[1] die germanischen Völkerschaften, teils schwäbischen, teils fränkischen Stammes, die unsere engere badische Heimat erobert und besiedelt haben, vor mehr als zwei Jahrtausenden ausgezogen sind,

unde genus Francis adfore fama refert,

wo es auch, wie die süddeutschen Schwaben noch im zwölften Jahrhundert zu erzählen wussten, ein nordisches, meerumschlungenes „Schwabenland" gab (In plaga septentrionali quaedam provincia adiacet mari, quam Sueviam aiunt nuncupari), die alte Stammesheimat, noch lange unvergessen, besonders bei den Alemannen, die sich nach einer „althergebrachten", von einem Geschlecht zum andern fortgeerbten Sage von jeher berühmten, „von den alten Schwediern abkomen seyn". Dann aber hat der „Naturwissenschaftliche Verein" unsere eigenen auf Ermittelung der Rasse oder, wie wir hier sagen müssen, Rassenmischung der badischen Bevölkerung gerichteten Bestrebungen von Anfang an mit wohlwollender Teilnahme verfolgt, wiederholt Vorträge und Berichte über deren Fortgang und Ergebnisse angehört und, vor allem, durch dauernde Zuschüsse die Vollendung und Veröffentlichung ermöglicht. Ich erachte es daher als Pflicht, Ihnen Bericht zu erstatten über ein Unternehmen, das durch unser Vorgehen angeregt und durch die „Anthropologie der Badener"[2] entschieden beeinflusst, unsere Voraussetzungen in glänzendster Weise bestätigt hat.

Als wir nämlich vor nunmehr 17 Jahren an den Mannschaften einzelner Truppenteile, mehrerer Kompagnien des Leibgrenadierregiments und des Infanterieregiments 111, sowie der reitenden

Batterie des Artillerieregiments 14, unsere ersten Versuche und Vorübungen machten, waren wir überzeugt, dass die Untersuchung schwedischer Soldaten wesentlich andere Ergebnisse haben müsse. Solche mit unsern eigenen zu vergleichen, musste sehr lehrreich sein. und wir, Herr Ammon und ich, hatten daher die Absicht, auf einer Nordlandsfahrt in Stockholm bei einigen dortigen Heeresabteilungen ähnliche Erhebungen zu machen. Da äussere Umstände die Ausführung dieses schönen Planes vereitelt haben, freuen wir uns umsomehr, dass durch das grossartige Unternehmen, über das ich zu berichten im Begriffe bin, alles, was wir damals hätten erreichen können, weit überboten ist. Dagegen ist die Hoffnung, unser Beispiel werde im In- und Auslande Nachahmung finden, nur teilweise in Erfüllung gegangen. In Deutschland wenigstens ist, obwohl die grosse Schulkinderuntersuchung[3] nur als einleitende Vorarbeit gelten kann, von einzelnen örtlich beschränkten Versuchen[4] abgesehen, seitdem so gut wie nichts mehr geschehen. Glücklicherweise ist in dieser Hinsicht das Ausland eifriger und tatkräftiger gewesen, so dass aus den meisten europäischen Ländern, wie Norwegen (Arbo), England (Beddoe und Haddon), Belgien (Houzé), Frankreich (Collignon), Spanien (Olóriz und Aranzadi), Italien (Livi und Nicolucci), Schweiz (Chalumeau), Österreich (Weisbach und Holl), Russland (Zograf und Bogdanow), Finnland (Westerlund), wissenschaftlich wertvolle Berichte über mehr oder weniger umfassende Erhebungen vorliegen. Nun hat die grosse schwedische Volksuntersuchung, deren Ergebnisse in diesem prachtvoll ausgestatteten, mit sehr anschaulichen Karten und Farbenkreisen versehenen Werke[5] zusammengefasst sind, den Ring geschlossen und eine umso störender empfundene Lücke ausgefüllt, als unter allen Völkern unseres Weltteils gerade die Schweden eine Sonderstellung einnehmen.

Der geistige Urheber, zugleich auch der unermüdliche Förderer und werktätige Unterstützer dieses wissenschaftlich hochbedeutenden Unternehmens ist Gustaf Retzius, Professor der Anatomie in Stockholm, der es als Ehrenpflicht ansah, das von seinem schon 1860 gestorbenen Vater Anders Retzius, dem Begründer der Schädelmessung, begonnene Werk zu Ende zu führen. Von verschiedenen Seiten aufgefordert und ermächtigt, hatte er schon in den Jahren 1862/3 eine umfassende Ermittlung der Rassen-

merkmale des schwedischen Volkes ins Auge gefasst und teilweise begonnen; da aber der Freiherr v. Düben, seines Vaters Nachfolger, sein Vorgänger auf dem Lehrstuhl der Anatomie, sich auch mit solchen Dingen beschäftigte, trat Retzius rücksichtsvoll zurück und wandte sich hauptsächlich den Aufgaben seiner Fachwissenschaft zu, ohne jedoch der gewissermassen ererbten Vorliebe für anthropologische Arbeiten ganz untreu zu werden; davon legt die in den Jahren 1872—78 durchgeführte und veröffentlichte* Untersuchung der Finnen ein schönes Zeugnis ab. Nachdem v. Düben 1892 gestorben war, ohne etwas Abschliessendes erreicht, besonders auch ohne etwas Zusammenhängendes veröffentlicht zu haben, schien es geboten, in Schweden, „der eigentlichen Wiege" der Anthropologie, aufs neue ans Werk zu gehen, obwohl in einem Lande, wo der „wissenschaftlichen Arbeiter auf jedem Gebiete nur wenige sind, die bedeutende Ausdehnung des Landes aber derartig statistischen Erhebungen recht grosse Schwierigkeiten bereitet, man es sich mehr als einmal bedenkt, ehe man eine solche Arbeit in Gang setzt". Ausser Retzius trug sich auch Professor Fürst in Lund mit solchen Plänen, beide Gelehrten aber wurden immer wieder durch andere fachwissenschaftliche und Berufsarbeiten an der Ausführung verhindert. Endlich im Jahre 1896 wurde im Vorstand der Schwedischen Gesellschaft für Anthropologie und Geographie, wo schon 1888 durch Reichsantiquar Hildebrand auf die Wichtigkeit solcher Untersuchungen hingewiesen worden war, die Angelegenheit von Hultkrantz, der kurz vorher eine statistische Arbeit über die Körpergrösse der Schweden abgeschlossen hatte, wiederum zur Sprache gebracht. Da aber weder von der Gesellschaft noch von der Regierung die nötigen Geldmittel zu erhalten waren, musste die Sache einstweilen noch verschoben werden. Aber aufgeschoben ist nicht aufgehoben. Noch im Oktober des gleichen Jahres, in der feierlichen Sitzung am hundertsten Geburtstage seines Vaters, hob Retzius in der Festrede über „die Geschichte der physischen Anthropologie" nochmals mit Nachdruck die Bedeutung umfassender Untersuchungen hervor und stellte zugleich in hochherziger Weise 3000 Kronen für die sofortige Inangriffnahme zur Verfügung. Nun kam die Sache in Fluss, und es konnte mit den nötigen Vorarbeiten, Aufstellung eines Feldzugsplans, Entwurf der Fragebogen, Anschaffung von Werkzeugen u. dgl., begonnen

werden. Nachdem die Genehmigung der Behörden eingeholt und ein Stab von Ärzten, Professoren, Doktoren und Kandidaten, für die Untersuchung gewonnen war, wurden im Sommer 1897 an den verschiedenen Übungsorten nicht weniger als 22 708 Wehrpflichtige und Soldaten[7] untersucht und gemessen, sämtlich 21 Jahre alt und mindestens 157 cm gross, denn ältere oder jüngere wurden übergangen und die Mindermässigen waren mit den Untauglichen nach der dortigen Heeresordnung schon vorher ausgemustert. Im Frühling und Sommer des folgenden Jahres 1898 wurden in gleicher Weise die Erhebungen fortgesetzt und weitere 22 980 Mann, zusammen also 45 688 aus allen Teilen des Königreichs aufgenommen. Nachträglich mussten aus verschiedenen Gründen etwa 700 wieder ausgeschieden werden, so dass für die Berechnung 44 900 Mann übrig blieben, d. h. 1,81 % der männlichen und 0,88 % der Gesamtbevölkerung (rund 5 100 000) von Schweden. Vergleichen wir damit unsere badischen Zahlen, so haben wir in den Jahren 1886—1895 untersucht 30 676 Wehrpflichtige und 2201 Schüler, zusammen 32 877, das sind nahezu zwei vom Hundert der damaligen Bevölkerung des Grossherzogtums. Wenn die Schweden, denen hauptsächlich „die vorzüglichen Arbeiten von Livi und Ammon als Muster" gedient haben, bei aller Anerkennung unserer Leistungen doch das „bedeutend grössere Material" hervorheben, das ihren Untersuchungen einen „höheren Wert" verleihe, so rührt dies daher, dass Herr Ammon, um einen möglichst gleichwertigen Grundstoff zu haben, nur 6800 von ihm selbst gemessene Wehrpflichtige von rein ländlicher Abstammung seinen Berechnungen zu grunde gelegt hat. Diese peinliche Genauigkeit mag ihre Vorzüge haben, ich glaube aber doch, dass mein verehrter Mitarbeiter Ammon etwas zu viel von ihr erwartet hat, denn der Hauptwert solcher Volksuntersuchungen liegt in der gegenseitigen Vergleichung und in den grossen, jede Zufälligkeit ausschliessenden Zahlen. Allzu feine Arbeit wird nicht bezahlt und ist auch in diesem Falle durchaus nicht überall anerkannt[8] worden; jedenfalls ist damit, da mit solcher Strenge anderwärts kaum je verfahren worden ist oder verfahren werden wird, für die Vergleichbarkeit nichts gewonnen worden. Hätten wir, wie ich wiederholt beantragt habe, neben der ins einzelne gehenden, unsern Stoff verkleinernden und zersplitternden Behandlung der 6800 Mann, die noch nicht den vierten Teil aller Unter-

suchten ausmachen, kurz und übersichtlich auch die Gesamtergebnisse veröffentlicht, so würden unsere Zahlen gegen die anderer Forscher und Länder bedeutend schwerer ins Gewicht fallen. Während bei uns in Baden, von einigen gelegentlichen Unterstützungen abgesehen, nur zwei Untersucher, deren einer den Löwenanteil auf sich genommen, tätig waren, verteilt sich in Schweden die Arbeit auf 15 Herren, von denen Professor Fürst, auf dessen Namen die meisten (6330) Einzeluntersuchungen fallen, etwas mehr Mannschaften als ich (6057) gemessen hat. Man hat also in Schweden auf die Fehlerquelle, die zweifellos darin liegt, dass verschiedene Beobachter niemals ganz gleichmässig schätzen und messen, kein grosses Gewicht gelegt, und wohl mit Recht, da auch derselbe Untersucher zu verschiedenen Zeiten, bei wechselnder Beleuchtung u. dgl. sich nicht völlig gleichkommt und die geringen unvermeidlichen Abweichungen bei grossen Zahlen sich gegenseitig ausgleichen. Bei der Um- und Ausrechnung haben in Schweden, bezeichnend für die nordischen Verhältnisse, nicht weniger als fünf Damen mitgewirkt, während bei uns diese mühsame, zeitraubende und aufreibende Arbeit allein auf den Schultern unseres Schriftführers Ammon und seines Hilfsarbeiters Stolz lag.

Die beträchtlichen Kosten des schwedischen Unternehmens, einschliesslich der in jeder Hinsicht mustergiltigen Veröffentlichung 15 500 Kronen, das sind rund 17 440 Mark, musste, da sie sonst nicht aufzubringen waren, Retzius ganz allein tragen. Obwohl die meisten Kulturstaaten für wissenschaftliche Zwecke, darunter oft recht fernliegende Dinge von zweifelhaftem Wert, grosse Aufwendungen machen, scheint man Ermittlungen der Rasse des Volkes, auf dessen Wehrfähigkeit und Steuerkraft doch die ganze Macht des Staates beruht, noch nicht gebührend zu würdigen. Wir erkennen es dankbar an, dass uns die grossherzogliche Regierung nicht nur durch Befürwortung und Genehmigung unserer Untersuchungen, sondern auch durch Gewährung ausgiebiger Geldmittel unterstützt hat. In den zwölf Arbeitsjahren haben wir rund 12 000 Mark verbraucht und der Verlagshandlung noch 1560 Mark zu den nicht unerheblichen Druckkosten beigesteuert.

Während die Zusammenstellung und Berechnung des bei der Untersuchung der Landwehrleute gesammelten Stoffes in vollem Gange war, fand Retzius Zeit, sein prachtvolles, durch Natur-

treue der Abbildungen und Genauigkeit der Beschreibung ausgezeichnetes Schädelwerk, Crania suecica antiqua[9], das er seit vielen Jahren vorbereitet hatte, herauszugeben. Beide Werke, die ich Ihnen hier zur Einsicht und Vergleichung vorlege, gehören zu den wertvollsten Erscheinungen der anthropologischen Literatur und machen ihrem Herausgeber wie seinem Vaterlande alle Ehre; sie ergänzen sich gegenseitig und geben uns ein lückenloses Bild der Rassenentwicklung von der ersten Besiedlung des Landes in der Steinzeit bis zum heutigen Tage. Mit berechtigtem Stolze konnte Retzius in einer Rede[10] über „den germanischen Rassentypus", in der er die Hauptergebnisse der Volksuntersuchung mitteilte, von Schweden rühmen, dass es, was die Leibesbeschaffenheit seiner Bewohner in Vergangenheit und Gegenwart anlangt, nun zu „den bestuntersuchten und bestgekannten Ländern gehört". Das ist um so wertvoller für die Völkerkunde, als das schwedische Volk „merkwürdig einheitlich" ist und die Rasse der alten Germanen am besten bewahrt hat.

Wenn wir nach diesen einleitenden Bemerkungen nun mit Hilfe des vorliegenden Werkes auf die Ergebnisse der schwedischen Volksuntersuchung etwas näher eingehen, wird sich Gelegenheit genug bieten, unsere heimischen Verhältnisse zum Vergleich heranzuziehen und Fragen von allgemein wissenschaftlicher Bedeutung zu berühren.

Die schwedischen Fragebogen, am Kopf mit dem Namen des Truppenteils und des Untersuchers wie dem Tag der Untersuchung bezeichnet, geben über Folgendes Auskunft: Laufende Zahl (Namen), Geburtsort des Untersuchten und seiner beiden Eltern, Grösse, stehend und sitzend, Armbreite, Kopf, Länge und Breite, Gesicht, länglich oder breit, Augen, blau, grau, gemischt (melerade), braun, Haare, gelb, aschblond (cendré), braun, schwarz, rot, Bemerkungen. Da bei der schwedischen Landbevölkerung immer die gleichen Namen, wie Andersson, Petterson, Johansson, Hansson Erikson u. a.[11] sich wiederholen, wurden diese meist weggelassen. Nach dem Geburtsort wurden die Wehrpflichtigen so auf die einzelnen Landschaften verteilt, dass, wenn Sohn und mindestens ein Elternteil in der gleichen Landschaft geboren waren, sie dieser zugerechnet wurden: waren beide Eltern in der gleichen, der Sohn aber in einer andern Landschaft geboren, so wurde er als zur ersteren gehörig betrachtet, waren alle drei verschieden, so war

der Geburtsort des Vaters entscheidend. Die Grösse wurde ganz ähnlich wie bei uns, im Stehen und Sitzen, mit einem an der Wand befestigten Bandmass und einem hölzernen Winkel ermittelt; ebenso die von uns ausser acht gelassene Armbreite. Zur Messung des Kopfes dagegen diente ein Stangenzirkel. Auch wir haben zuerst einen solchen gebraucht, uns aber später im Hinblick auf die „Frankfurter Verständigung" und in der Hoffnung auf nachfolgende Untersuchungen in Deutschland, bestimmen lassen, die Köpfe nicht in ihrer grössten Länge, sondern in der Horizontalebene zu messen. Zu diesem Zwecke liessen wir bei Nestler in Lahr ein hölzernes Schiebermass anfertigen, das besonders bei grösseren Untersuchungen sehr leicht und handlich, jedoch wegen des Federns der Arme nicht ganz so zuverlässig ist wie der Zirkel. Da wir, wie gesagt, in Deutschland keine Nachahmung fanden und das Ausland beim Zirkel blieb, haben wir durch die „Frankfurter Horizontale" die Vergleichbarkeit unserer Untersuchungsergebnisse nicht erhöht. Herr Ammon hat sich bemüht, den Fehler gut zu machen, und den aus beiden Messungsarten sich ergebenden Unterschied des Index [12] auf durchschnittlich 0,47, rund 0,5, um welche Zahl der unsrige zu hoch ist, berechnet.

Das Gesicht wurde, wie auch bei uns, nur in den wenigsten Landesteilen gemessen, sonst bloss geschätzt. Von den Augen entsprechen „die gemischten" unsern „grünen", deren „Iris nicht grau und nicht braun, sondern aus graublauen und bräunlichen Sektoren bezw. Radien zusammengesetzt erschien, und die aus der Entfernung von 1 m, in der die Beobachtung gemacht wurde, den Gesamteindruck von grün [13] hervorriefen". Da in Schweden blaue und graue Augen als „helle" zusammengezählt wurden und auch nach unserer Auffassung erst bei den „grünen" die „dunkle Farbe der Augen zu überwiegen" beginnt, so kommen sich die Bezeichnungen und Abteilungen sehr nahe, mit andern Worten, es gibt helle, gemischte und dunkle [14] Augen. Auch die gelben und aschblonden (cendré) Haare wurden später zusammengerechnet, so dass sich auch hier drei grosse Gruppen ergeben, lichte, mittelfarbige und schwarze Haare, wozu aber noch die eine besondere Stellung einnehmenden roten kommen. Die Abgrenzung der aschblonden gegen die braunen Haare erwies sich als schwierig und schwankend, besonders da die meisten Landwehrleute die Haare während der sommerlichen Übungszeit ganz kurz geschnitten

trugen; die von uns als zweckmässig befundene Musterlocke hat man in Schweden nicht benützt.

Bei der endgiltigen Ausarbeitung verteilten die beiden Herausgeber den umfangreichen Stoff so, dass Retzius die Masse, Fürst die Farben übernahm, doch in stetem Einverständnis und Zusammenwirken.

Dem Ganzen dient als Einleitung ein „Blick auf die Vorgeschichte und Geschichte Schwedens“ aus Retzius' Feder, mit besonderer Rücksicht auf die erste Besiedelung, Einwanderungen und jetzige Bevölkerung, sowie auf frühere Ansichten und Untersuchungen über die Rassenverhältnisse des Landes. Nur nach Norden und Westen hängt dieses mit andern Ländern, Finnland und Norwegen zusammen, und zwar durch gebirgige und waldige, meist öde und wüste oder doch nur ganz schwach bevölkerte Grenzgebiete; sonst ist es vom Meer umflossen. Die Küsten sind meist felsig und durch vorgelegte Schären wie mit einem Schutzwall umgeben. Da in alten Zeiten „die Schiffahrt sehr gefährlich und wenig entwickelt war“ (immensus ultra utque sic dixerim adversus oceanus raris ab orbe nostro navibus aditur, sagt noch Tacitus, Germ. 2), war das Land wie wenig andere von der Aussenwelt abgeschlossen und gegen grössere Einwanderungen und feindliche Einfälle geschützt. Nach dem Abschmelzen des Inlandeises hatte auch der Mensch, „von Süden her“ vordringend, von dem Lande Besitz ergriffen. „Alles weist darauf hin, dass die älteste Bevölkerung von den dänischen Inseln“ gekommen ist und sich allmälig im Lande ausgebreitet hat. Sie stand noch auf der von Torell[15] „mesolithisch“ genannten Entwicklungsstufe und hat erst in Schonen die verhältnismässig hohe Gesittung der neueren Steinzeit erreicht. Damals waren Schonen, Blekinge, Halland, Westgotland, und Bohuslän die „hauptsächlichsten „Bevölkerungscentra“. Während der Bronze- und Eisenzeit „drangen die Ansiedler immer mehr nach den östlichen und nördlichen Gegenden des Landes vor, und die Verbindungen mit den umgebenden Ländern über das Meer wurden allmälig zahlreicher“. Die Wikingerflotten, die später nicht nur die Nord- und Ostsee, sondern sogar das Mittelmeer befuhren, brachten oft Gefangene heim, und der sich entwickelnde Handel wie auch das Christentum führten allerlei fremdes Volk ins Land. Von Nordosten her breiteten sich die Lappen aus, ohne jedoch weit nach Süden vorzudringen und die

Zusammensetzung der Bevölkerung erheblich zu beeinflussen. Die Verbindungen mit Finnland führten zuerst mehr Auswanderer hinüber als Einwanderer herüber, aber im 16. und 17. Jahrhundert wurden von mehreren schwedischen Königen zahlreiche Finnen zur Urbarmachung unbewohnter Waldländereien in Schweden angesiedelt. Diese sind trotz anfänglicher Feindseligkeit fast ganz in den Schweden aufgegangen, so dass jetzt nur noch wenige alte Leute finnisch verstehen. Ganz im Norden, in Västerbotten an der russischen Grenze, wohnt dagegen noch im wilden Waldland eine geschlossene finnische Bevölkerung von 20000 Seelen. Zum Betrieb der Bergwerke sind im 17. Jahrhundert auch viele Wallonen ins Land gekommen, deren Nachkommen jetzt auf ungefähr 5000 Seelen geschätzt werden; von ihrer Sprache ist mit Ausnahme einiger Fachausdrücke nichts übrig geblieben. doch machen sich, gerade wie bei uns die Waldenser- und Hugenottengemeinden, die Wallonen noch teilweise durch ihre Namen und dunkleren Farben bemerklich. Nicht ohne Einfluss konnten selbstverständlich die grossen Kriege unter Gustav Adolf und Karl XII. bleiben; viele schwedische Offiziere und Soldaten, die lange im Ausland gedient hatten, brachten fremde Frauen mit nach Hause, und zahlreiche Ausländer nahmen Kriegsdienste in den schwedischen Heeren und folgten ihren siegreichen Fahnen. Daher kommt es, dass der schwedische Adel grösstenteils fremden Ursprungs ist. Der sich mehr und mehr entwickelnde Handel und Seeverkehr führte viele ausländische Handelsleute, darunter auch Juden, in die Hafenstädte, die sich dort aus Geschäftsrücksichten zumteil dauernd niederliessen und entweder Weib und Kind mitbrachten oder Töchter des Landes heirateten. Daher finden sich gerade im Bürgerstand der Städte auffallend viele Familien „mit fremden, gewöhnlich deutschen oder holländischen, seltener englischen, französischen oder italienischen Namen". Es wäre daher durchaus nicht zu verwundern, wenn genauere Untersuchungen auch der städtischen Bevölkerung ergäben, dass diese rundköpfiger[16] ist als die ländliche.

Dass das schwedische Volk ein germanisches ist und als solches zu dem grossen indogermanischen oder arischen Sprachstamm gehört, ist unbestritten, dass es in „seinen Grundbestandteilen" von der Rasse abstammt, die seit der Steinzeit das Land bewohnt, haben die anthropologischen Untersuchungen, um die

sich besonders Retzius Vater und Sohn und v. Düben verdient gemacht, unzweifelhaft dargetan; dass die Rasse der Vorzeit nicht nur die Schädelgestalt, sondern auch die übrigen Merkmale, helle Farben und hohen Wuchs, mit der heutigen Bevölkerung gemein hatte, „ist in hohem Grade wahrscheinlich". Es sei hier gestattet beizufügen, dass naturwissenschaftliche Forschung die Wahrscheinlichkeit zur Gewissheit erhoben hat. Vor ungefähr zwölf Jahren hat im chemischen Laboratorium in Kopenhagen Bille Gram die Menschenhaare aus sechs Baumsärgen der Bronzezeit einer genauen Prüfung unterworfen [17] und gefunden, dass die durch Feuchtigkeit und Gerbsäure dunkel gefärbten Haare nach chemischer Reinigung eine ganz helle Farbe bekamen. Mit hellen Haaren sind aber, wenn es sich nicht um Mischlinge handelt, nach dem Naturgesetz auch blaue Augen und weisse Haut verbunden.

Haben wir nun die Berechtigung, diese Rasse „gemanisch" zu nennen? Retzius ist der Ansicht, dass „sich die Forscher in dieser Hinsicht im allgemeinen dahin geeinigt haben, als in anthropologischem Sinne germanisch die Teile der arischen Rasse zu bezeichnen, welche, wenigstens soweit die Geschichte reicht, im nördlichen Europa gewohnt haben, dolichocephal (resp. mesocephal) und orthognath sind und eine hohe Statur, helles Auge, helle Haut und blondes Haar besitzen". Beide Ausdrücke aber, „germanisch" wie „arisch", sind von geschichtlichen Völkernamen abgeleitet, und ich habe wiederholt, besonders in einem Vortrag [18] über „Rassen und Völker" auf dem 7. Internationalen Geographenkongress, Berlin 1899, darauf hingewiesen, welche Verwirrung durch die Bezeichnung rein naturwissenschaftlicher Begriffe mit geschichtlichen Namen entsteht. Die einzige Ausnahme, die ich gelten lasse und selbst mache, ist „germanische Rasse", weil unsere Vorfahren beim Eintritt in die Geschichte von völlig reiner Rasse [19] waren und weil, wie gerade das vorliegende Werk unwiderleglich beweist, diese Rasse bei dem nicht ausgewanderten Teil der Germanen sich bis auf den heutigen Tag trotz dem ins Ungeheuere gesteigerten Weltverkehr nahezu unvermischt erhalten hat. Die Ansichten von der „Wiege" und dem „Urheim" der Germanen in Skandinavien entbehren nach Retzius' Meinung „noch einer wissenschaftlich sicheren Begründung". Er hält es für „erlaubt", überall in Europa (von Asien spricht er nicht mehr) nach demselben zu suchen, findet es aber „erklärlich

und natürlich“, dabei auch an die Gegenden zu denken, wo „die Germanen sich am reinsten erhalten“ haben. Ebenso vorsichtig, mit der Zurückhaltung des wahren Naturforschers, äussert er sich auch in den Crania suecica antiqua; in dem Bericht über die schwedische Ausgabe[20] habe ich mir jedoch erlaubt, dazu folgendes zu bemerken: „Wenn ich am Schlusse der Besprechung dieses schönen und wertvollen Werkes meine eigene Ansicht äussern darf, so geht sie dahin, dass man bei strengster Wissenschaftlichkeit doch etwas weiter gehen darf als der Verfasser, dem die Lehre vom Verbreitungszentrum der langköpfigen, hellfarbigen und hochgewachsenen Rasse (Homo europaeus Linné) in Skandinavien noch nicht genügend begründet scheint. Haben in dem, soweit unsere Kenntnis reicht, von Ariern bewohnten Schweden seit der ersten Besiedelung des Landes nach der Eiszeit keine Einwanderungen[21] mehr stattgefunden, so ist die Blutsverwandtschaft, sowie die sprachliche und kulturelle Übereinstimmung der skandinavischen mit den übrigen arischen oder indogermanischen Völkern nur durch Auswanderungen zu erklären“. Übrigens hat mir Retzius brieflich sein Bedauern ausgesprochen, meine Arbeiten über die Herkunft der Arier[22] damals noch nicht gekannt zu haben, und in sehr liebenswürdiger Weise die Aufnahme eines kürzlich in der Zeitschrift Ymer erschienenen Aufsatzes von mir über die Einwanderungsfrage vermittelt.

Das Königreich Schweden ist bei einer Länge von 1600, einer Breite von 400 km (442 126 qkm) nur wenig kleiner als das Deutsche Reich, enthält aber viele schwach bevölkerte Teile, so dass die Zahl der Einwohner nur 5 140 000, darunter 2 486 500 männliche und 2 611 000 weibliche, beträgt. Wie gross die Vermehrungsfähigkeit der Bevölkerung ist, geht daraus hervor, dass sie Ende des 16. Jahrhunderts noch keine Million ausmachte und sich im letzten Jahrhundert trotz starker Auswanderung verdoppelt hat. Es gibt zwar 95 Städte, darunter aber viele kleine und nur zwei grosse, Stockholm mit 300 000 und Gotenburg mit 140 000 Einwohnern. Das Land ist reich an Wasser und, besonders in seinen südlichen Teilen, sehr fruchtbar. Ungefähr vier Fünftel der Bevölkerung wohnen auf dem Lande und mehr als die Hälfte nährt sich, obgleich auch hier Handel und Industrie sich mächtig entwickelt haben, noch von Ackerbau und

Fischerei. Unter den Arbeitern befinden sich mehr als 60000 Wald- und Holzarbeiter, deren Lebensweise sich nicht viel von der bäuerlichen unterscheiden wird.

Das Königreich zerfällt von Süden nach Norden in drei Hauptteile, Götaland, Svealand und Norrland, mit 10, 6 und 8, zusammen 24 Landschaften (landskap); es ist eingeteilt in 25 Verwaltungsbezirke oder Hauptmannschaften (län) und zahlreiche Gerichtssprengel (härader) und Kirchspiele (socknar).

Gehen wir nun zu den Einzelheiten über, so haben wir zunächst die von Retzius bearbeitete Körpergrösse der Schweden zu beachten. Frühere Beobachter, z. B. Baxter,[23] die sich aber nur auf eine beschränkte Zahl von Messungen stützen konnten, gaben die Durchschnittsgrösse auf etwa 1,70 m an. Im Jahre 1875 hatte der norwegische Militärarzt Arbo eine statistische Arbeit[24] herausgegeben, die für uns besondere Bedeutung hat, weil sie, wie die ganz ähnliche[25] aus Ammons Feder, eine Zunahme (0,075 Zoll, schwedisch oder norwegisch?, d. h. ungefähr 2 cm in 30 Jahren, gegen 1 cm bei uns in 24 Jahren) der Länge bei den schwedischen Wehrpflichtigen feststellt; die Vergleichbarkeit beider Untersuchungen ist um so grösser, als sie die selbe Zeit, 1840—1870 und 1840—1864, behandeln. Beide Forscher, der nordische wie der badische, stimmen darin überein, dass sie als Ursache dieser Zunahme die Verbesserung der Lebensverhältnisse ansehen; Ammon macht dazu die ohne Zweifel berechtigte Bemerkung, dass es sich hierbei wohl weniger um ein „Grösserwerden der Rasse“ als um eine Beschleunigung der Entwicklung handelt. Die erste eingehendere Untersuchung über die Körpergrösse der Schweden wurde vor einigen Jahren von Hultkrantz[26] angestellt auf Grund der amtlichen Berichte, die seit den Jahren 1887—1894 an das Landwehrkommando eingeschickt worden waren und 232367 Mann, d. h. ungefähr den zehnten (im Text steht irrtümlich „fünften“) Teil der männlichen Bevölkerung Schwedens, umfassen. Er hat die mittlere Grösse der schwedischen Männer im Alter von 21 Jahren auf 1,695 m berechnet. Da die nordische Rasse in diesem Lebensalter noch nicht ausgewachsen ist, sondern nach Gould im dritten Jahrzehnt noch um etwa 1 cm zunimmt, ergibt sich auch aus dieser auf grossen Zahlen beruhenden Berechnung eine Durchschnittsgrösse der vollständig erwachsenen Männer von 1,70 m. Bemerkenswert ist, dass auch

Hultkrantz eine Zunahme von 0,5 cm in 7 Jahren gefunden hat, aber doch, wie schon Ecker[27], die Abstammung als das den Wuchs hauptsächlich bestimmende ansieht. Er knüpft an seine Ergebnisse noch allerlei Fragen, deren Lösung er von einer umfassenden Volksuntersuchung erwartet.

Bezüglich des Wachstums der schwedischen Jugend hatte schon vorher Key[28] sehr bemerkenswerte Messungen an Schülern im Alter von 9 bis zu 21 Jahren ausgeführt. Darnach waren die Jünglinge höherer Stände mit 19 Jahren durchschnittlich 1,70, mit 20 1,71 und mit 21 1,72 m gross. Dass dieser Unterschied nicht bloss auf schnellerem Wachsen, sondern auch auf höherem Wuchs der wohlhabenden städtischen Bevölkerung beruht, geht aus den Mitteilungen hervor, die Forssberg 1891 in der Gesellschaft der Ärzte in Stockholm gemacht hat: 514 junge Leute unter 25 Jahren und den ärmeren Volksschichten angehörend, waren durchschnittlich 1,70, 58 der oberen dagegen 1,78 m gross. Die gleiche Erscheinung trat auch beim weiblichen Geschlecht hervor.

Die grosse Untersuchung der Jahre 1897/8 ist der Hultkrantzschen insofern nicht ganz gleichwertig, als die Mindermässigen, unter 1,57 m, schon vorher ausgeschieden waren, was selbstverständlich die Durchschnittszahl etwas erhöht. Es finden sich in den Listen unter rund 45000 Mann aber doch 107 unter 1,57 m, die durch ein Versehen eingestellt und mitgemessen wurden und einigermassen den Fehler wieder ausgleichen. Aber auch die Grösse von 1,57 m ist nur durch 120 Mann vertreten, woraus hervorgeht, dass ein so niederer Wuchs in Schweden überhaupt selten ist. Im ganzen hat sich ein noch grösseres Durchschnittsmass[29] ergeben als das von Arbo (1860—70) auf 1,696, von Hultkrantz (1887—94) auf 1,695 berechnete, nämlich 1,709 m; die Grossen, über 1,70 m, machen jetzt ungefähr 60% der Bevölkerung aus, gegen 50% nach Hultkrantz. Die grössten Mannschaften, über 1,72 m, haben die Landschaften Härjedalen, Hälsingland, Bohuslän und die Insel Gotland gestellt, die kleinsten, mit 1,69 m, Lappland, die einzige Landschaft, die wegen Beimengung lappischen Blutes unter 1,70 m bleibt.

Die gebirgige oder ebene Beschaffenheit, hohe oder tiefe Lage der einzelnen schwedischen Landschaften scheint den Wuchs ihrer Bewohner ebensowenig zu beeinflussen wie die Wohlhabenheit;

das arme Hälsingland und Härjedalen bringt grössere Menschen hervor als das reiche Ostgotland und Schonen.

Leider hat man früher die in alten Gräbern gefundenen langen Knochen wenig beachtet; doch scheint aus den von Guldberg[30] in Norwegen gemachten Erfahrungen hervorzugehen, dass der Wuchs der vorzeitlichen skandinavischen Bevölkerung von dem der lebenden kaum verschieden war.

Es ist hier vielleicht am Platze, einige Worte über den Wert zweigipfeliger Kurven, aus denen man früher weitgehende Schlüsse auf Mischung verschiedener Rassen gezogen hatte, einzuschalten. Retzius erkennt mit Livi und Ammon[31] an, dass hierbei meist der Zufall sein Spiel treibt, und „hält es für einen Gewinn, die Wahrheit auch in solchen Fällen, wo sie unsere Kartenhäuser zerschlägt, zu ermitteln". In der Tat gibt sich eine Rassenmischung viel mehr durch Streckung und Verflachung als durch Spaltung der Kurve zu erkennen.

Ziehen wir unsere badischen Ergebnisse zum Vergleich heran, so stehen wir mit einer Durchschnittsgrösse von 1,652 m und nur 23,5 % Grossen, allerdings bei einer um ein Jahr jüngeren Mannschaft, recht tief unter Schweden. Ein Überblick über die anderen europäischen Länder lehrt, dass im allgemeinen, von einigen Inseln hochgewachsener Bevölkerung wie Oberbayern und Bosnien abgesehen, der Wuchs abnimmt, je weiter wir uns von Schweden entfernen: Norweger 1,697, Engländer 1,696 (etwas zu hoch, weil es dort keine „Wehrpflichtigen" gibt), Dänen und Schleswiger 1,692, schwedische Finnländer 1,684, Finnen 1,669, Elsass-Lothringer 1,666, Franzosen 1,654, Badener 1,652, Württemberger 1,651, Russen 1,642, Spanier 1,640, Schweizer 1,636, Italiener 1,624, Portugiesen 1,622 m. Schweden ist demnach der Ausstrahlungsmittelpunkt der Grossen in Europa.

In ähnlicher Weise wie bei uns wurde auch die Sitzgrösse und ausserdem die Armbreite gemessen. Aus diesen Massen geht hervor, dass die Schweden ziemlich langgliederig sind und dass die grössten Leute auch die längsten Arme und Beine haben. Die Armbreite ist immer etwas grösser als die Leibeslänge, im Mittel 1,764 m, Index 104.

Ehe ich nun zu den ungleich wichtigeren, von Retzius bearbeiteten Kopfmassen übergehe, möchte ich vorausschicken, dass gerade die grosse Volksuntersuchung in Schweden, dem Ge-

burtslande der Schädelmessung, für Jeden, der sehen will, die grosse Bedeutung des Längenbreitenverhältnisses als Rassenmerkmal[32] unwiderleglich dargetan hat. Welch ein Unterschied zwischen unseren nordischen Stammverwandten und den Süddeutschen, beispielsweise uns Badenern, die wir uns doch auch germanischer Abkunft berühmen! Das kann unmöglich auf Zufall beruhen.

Vor 60 Jahren schon[33] hat Anders Retzius, allerdings nur an wenigen ausgewählten Schädeln der anatomischen Sammlung, festgestellt, dass die Gestalt des Schwedenschädels eine längliche ist, indem die Breite zur Länge sich wie 773 : 1000 verhält (Index 77,3). Sein Nachfolger v. Düben gibt für die neuzeitliche Bevölkerung durchschnittlich 77,1, für die vorzeitliche 73,1 als Schädelindex an. Clason, der ohne genügenden wissenschaftlichen Grund zwei Arten von Schädeln (ovale und elliptische) unterscheidet, hat für Schädel aus Begräbnisstätten in der Nähe von Upsala[34] folgende Durchschnittszahlen gefunden: steinzeitliche 72,4, mittelalterliche 74,5, neuzeitliche 76,3. Er zieht daraus den nicht unberechtigten Schluss, dass die Schädelgestalt in seinem Vaterlande von der ältesten bis zur neuesten Zeit allmälig ein wenig rundlicher geworden ist. In den andern Ländern, besonders in Süddeutschland, finden wir ein wesentlich anderes Verhalten; während die Steinzeit ganz der schwedischen gleicht, gibt sich in den folgenden Zeitaltern ein wiederholtes An- und Abschwellen der Länge des Schädels zu erkennen, je nachdem Einwanderungen stattgefunden haben. Die germanische Völkerwanderung bringt dann wieder Schädel von ausgesprochenem Langbau, der sich, wie wir an den Schädelfunden aus Reihengräbern, Grüften, Beinhäusern und Friedhöfen feststellen können, von Jahrhundert zu Jahrhundert mehr und mehr verliert und in die rundliche Gestalt übergeht. Schon daraus lässt sich schliessen, dass bei uns infolge von Einwanderungen eine wiederholte Zufuhr reiner Rasse stattgefunden hat, die immer wieder in einer Mischlingsbevölkerung aufgegangen ist, während in Schweden die Rasse stets die gleiche war und man höchstens von einem spärlichen Einsickern fremden Blutes reden kann.

Sehen wir, was die neuesten Erhebungen bezüglich der Kopfform der lebenden Bevölkerung ergeben haben. Als wichtigste und während des Lebens unveränderliche Masse müssen Länge und Breite gelten, deren Verhältnis sich in dem sog. „Index"

ausdrückt und der Einteilung der gesamten Menschheit in Langköpfe (Dolichocephale, Index unter 80) und Rundköpfe (Brachycephale, Index 80 und darüber) zu grunde liegt. Da das Verhältnis der beiden Durchmesser am lebenden Kopf selbstverständlich ein anderes ist als am Schädel, bespricht Retzius auch die Art der Umrechnung des Kopf- in den Schädelindex. Obgleich ihm nach seinen eigenen Berechnungen der Abzug von zwei Einheiten „etwas zu gross“ und „ungefähr 1³/₄“ das Richtigste scheint, obwohl er zugibt, dass derselbe bei länglichen oder runden Köpfen verschieden sein muss, bleibt er doch, da die „entstehenden Fehler im ganzen unbeträchtlich sind“, bei der von Broca angegebenen Durchschnittszahl. Fürst hat sich der Mühe unterzogen, die Dicke der Kopfschwarte mittels einer geölten Nadel an 14 Leichen zu messen, und daraus den Unterschied zwischen Kopf- und Schädelindex auf 1,83 berechnet. In der abgedruckten Zusammenstellung sind jedoch einige Fehler enthalten, besonders ist der Unterschied von 3,63, welche Zahl mir sogleich auffiel, beim vierten Kopf zu gross; nach Berichtigung dieser Versehen ermässigt sich der durchschnittliche Unterschied auf 1,70. Ich kann in dieser für den messenden Anthropologen immerhin nicht unwichtigen Frage nur wiederholen, was ich in dem schon angeführten Vortrag über „Schädelmessung“ gesagt habe: „Durch Untersuchungen an 19 Leichen hatte er (Broca, der zuerst sein Augenmerk auf diese Frage[35] gerichtet hat) festgestellt, dass an dem mit Hüllen umgebenen Kopf der Längsdurchmesser durchschnittlich um 0,6 cm, der Querdurchmesser um 0,8 cm, der Index um 1,68 grösser ist als am Schädel, glaubt aber, bei Vergleichungen mindestens zwei Einheiten vom Kopfindex abziehen zu müssen, während andere Anthropologen wie Topinard, Virchow, Stieda, Livi teils damit übereinstimmen, teils überhaupt keinen nennenswerten Unterschied zugeben. Die Wahrheit liegt buchstäblich in der Mitte, und es ist nur zu verwundern, dass eine so einfache Sache nicht schon früher endgiltig entschieden worden ist. Wie 1889 zuerst Ammon auf der hiesigen (Heidelberger) Naturforscherversammlung, dann in seinem Buch Die natürliche Auslese beim Menschen[36] auseinandergesetzt, kann das Verhältnis gar kein gleichmässiges sein, sondern hängt ganz vom Index ab, da ein Bruch seinen Wert ändert, wenn Zähler und Nenner um den gleichen Betrag vergrössert werden.

Während bei einem vollkommen runden Schädel eine gleichmässig dicke Weichteilhülle den Index 100 gar nicht beeinflusst, muss sie bei einem sehr schmalen, beispielsweise von Index 60, diesen erheblich vergrössern. Streng genommen muss man also, um Schädel und Kopf vergleichen zu können, die Durchmesser des ersteren um die Dicke der Weichteile verlängern und dann erst den Index berechnen. Da beim Querdurchmesser des Kopfes auf beiden Seiten die behaarte Haut und die Ausstrahlung des Kaumuskels in Betracht kommt, da ferner nach Welckers[37] Untersuchungen auch die Durchtränkung der lebenden Knochen diesen Durchmesser etwas verbreitert, müsste eigentlich für ihn etwas mehr angesetzt werden. Aus Gründen der Zweckmässigkeit habe ich aber schon vor Jahren[38] vorgeschlagen, in beiden Fällen 1,0 cm zu nehmen, was für den Längsdurchmesser wohl etwas zu viel ist, aber gerade dadurch[39] den Fehler ausgleicht. Nach dieser Berechnung entspricht einem Schädelindex von 80 ein Kopfindex von 81, und da schon v. Baer[40] diesen Index als den mittleren des gesamten Menschengeschlechts bezeichnet hat, so wird man in den meisten Fällen und besonders bei grossen Zahlen der Wahrheit am nächsten kommen, wenn man vom Kopfindex, um ihn mit dem des Schädels vergleichen zu können, eine Einheit[41] (nicht wie bisher meist zwei) abzieht; wer noch genauer sein will, kann bei Indices, die um 70 liegen, 1,5, bei solchen um 90 dagegen 0,5 abziehen, bezw. zuzählen.

In den Tabellen der „Anthropologia suecica" ist nicht der Kopfindex, sondern nach Abzug von zwei Einheiten der Schädelindex angegeben; die Bruchteile sind weggelassen.

Das sehr bemerkenswerte Gesamtergebnis, unter 45 000 Landwehrleuten 87 % Langköpfe (Index unter 80, darunter 30 % echte Dolichocephale mit Index unter 75) und nur 13 % Rundköpfe (Index 80 und darüber), weicht erheblich von unserm badischen ab, 11 % Langköpfe (darunter nur 0,4 % echte Dolichocephale) gegen 89 % Rundköpfe. Das Verhältnis ist also gerade umgekehrt. Dabei ist aber zu bemerken, dass auch bei uns, wenn wir die nördlichen Landesteile in die Berechnung einbezogen hätten, eine etwas grössere Zahl von Langköpfen herausgekommen wäre. Auch in Schweden verhalten sich die einzelnen Gegenden nicht gleichmässig: acht Landschaften, die ziemlich die Mitte des Landes einnehmen, haben unter 10 % Rundköpfe und

über 30 % echte Dolichocephale; darunter ragt Dalsland hervor mit nur 5 % Rundköpfen und 45 % echten Dolichocephalen. In Lappland macht sich mit 24 % Rundköpfen die Nachbarschaft der fremdrassigen oder mischblütigen Lappen und Finnen bemerkbar. „Quer durch das mittlere Schweden läuft ein breites Band“ ausgesprochener Langköpfigkeit, während nach Norden wie nach Süden zu die Rundköpfe zunehmen. Fünf farbige Karten machen das Verhältnis sehr anschaulich.

Der durchschnittliche Kopfindex in Schweden ist 77,85, in Baden 84,14 oder nach Ausgleichung der verschiedenen Messungsarten 83,67, ein Unterschied von nahezu sechs Einheiten, der allerdings aus den erwähnten Gründen wohl etwas zu gross[42] sein dürfte. Der rassenhafte Langbau des Schädels prägt sich besonders im Längsdurchmesser aus, der in Schweden sehr beträchtlich ist, in allen Landschaften über 19 cm, im Durchschnitt 19,29 cm, gegen 18,28, bezw. 18,38 cm in Baden, d. h. um nahezu 1 cm grösser. Für 63 von Ecker und mir[43] gemessene männliche Schädel aus südwestdeutschen Reihengräbern habe ich eine mittlere Länge von 18,8 cm berechnet; führen wir durch Abzug der durch die Versuche dreier Anatomen ermittelten Durchschnittszahl von 0,77 cm die schwedische und die badische Kopflänge auf die des Schädels zurück, so erhalten wir 18,52 und 17,61 cm; die erstere ist also seit der altgermanischen Zeit ziemlich die gleiche geblieben, die letztere um mehr als 1 cm zurückgegangen. All das lässt sich nur durch eine bei uns sehr bedeutende, in Schweden dagegen kaum merkliche Rassenmischung erklären.

Da die Breite der schwedischen Köpfe nur wenig hinter der der badischen, 15,10 und 15,38, zurückbleibt, so ist das Runderwerden des Schädels in Süddeutschland hauptsächlich auf eine Verkürzung desselben, die den Hohlraum nicht vergrössert haben kann, zurückzuführen.

Seit der Steinzeit hat sich die Schädelgestalt der Bevölkerung von Schweden kaum geändert. Für die drei Vorzeitalter berechne ich aus 117 in „Crania suecica antiqua“ beschriebenen Schädeln einen mittleren Index von 75,2, und ziehen wir von dem Kopfindex von 77,8, um ihn in den Schädelindex zu verwandeln, 1,25 ab, was für diese Kopfform der Wahrheit ziemlich nahe kommen wird, so erhalten wir 76,6; der Index hat also seit Jahrtausenden um wenig mehr als eine Einheit sich erhöht. Welch ein Unter-

schied gegen Süddeutschland! Nach Ausgleichung der verschiedenen Messungsarten ergibt sich für 70 von Ecker und mir untersuchte Schädel[44] ein mittlerer Index von 73,8, das ist um ungefähr neun Einheiten weniger als der Schädelindex 82,7 (nach Abzug von 1,0, was für diese Form annähernd das Richtige) der jetzt lebenden badischen Bevölkerung; da die deutschen Alpenländer noch höhere Indices aufweisen, beträgt hier der Unterschied zehn und mehr Einheiten. In Böhmen, das allerdings jetzt grösstenteils von Slaven bewohnt wird, hat sich der Index seit der Markomannenzeit von 74 auf 86, also um zwölf Einheiten, erhöht.

Ein vergleichender Überblick über die andern europäischen Länder lehrt wieder, dass von Schweden aus die Langköpfigkeit nach allen Seiten hin abnimmt, besonders nach Osten und bis zu den Alpen; im Süden und Westen unseres Weltteils liegen die Verhältnisse etwas anders, denn hier kommen wir in das Verbreitungsgebiet (ein Mittelpunkt lässt sich nicht finden) der ebenfalls langköpfigen Mittelmeerrasse (Homo mediteraneus). Der Kopfindex beträgt in England 77,8, schwedisch Finnland 77,9, Spanien 78,2, den Ostseeprovinzen 78,5, Westfinnland (Tawastland) 78,9, Norwegen ungefähr 79, Ostfinnland[45] (Karelien) 80,8, Österreich 82,5, Belgien 83,1, Luxemburg 87,4, Frankreich 83,5, Kleinrussland 84,0, Polen 84,4, Tirol 84,8, Grossrussland 85,4, Bosnien 85,7, Rumänien 86,2, Böhmen 86,3 und in Pamir, auf dem „Dache der Welt“, wo manche Leute noch heute den Ursprung der Arier suchen, 87.

Eine Erscheinung, die bei uns in Baden, wenn auch nicht sehr ausgesprochen und nicht in allen Landesteilen, sich bemerkbar gemacht hat, ist in Schweden noch deutlicher hervorgetreten, nämlich die Neigung des Langbaus des Schädels, sich mit hohem Wuchs zu verbinden, was Ammon „das Gesetz der Langköpfigkeit der Grossen“ genannt hat. Unter der grossen (1,70 m und darüber) schwedischen Mannschaft befinden sich 62,8 % echte Dolichocephale (Index unter 75), unter der kleinen nur 31,2 %. Ganz ähnliche Beobachtungen hat auch Zograf[46] in Russland gemacht. Er sagt: „Die sehr seltenen Fälle reiner Dolichocephalie (4 unter 191 Mann des Gouvernements Wladimir) wurde nur bei Grossen angetroffen, und im Gouvernement Kostroma zeigte sich die merkwürdige Tatsache, dass unter den Grossen 15 % Dolichoide, 12 % Meso- und 73 % Brachycephale waren, während umgekehrt

bei den Kleinen gar keine Dolicholoiden, nur 2 % Meso-, dagegen 98 % Brachycephale sich fanden." Collignons Ergebnisse[47] waren entsprechend, wenn auch nicht so augenfällig, und Weisbach kam bei seinen Untersuchungen der Salzburger[48] zu dem Schlusse: „Die Männer dolichoider Kopfgestalt sind immer höheren Wuchses als die Brachycephalen." Ammon ist dadurch auf den zweifellos richtigen Gedanken gekommen, „dass die Grösse und Langköpfigkeit des nordeuropäischen Typus einerseits und die Kleinheit und Rundköpfigkeit des alpinen Typus anderseits noch jetzt mit einer gewissen Bevorzugung zusammen vererbt werden, trotz der vielfachen Kreuzungen". Weitergehende Schlüsse darf man aber nicht ziehen, ein anderer ursächlicher Zusammenhang fehlt, und ein Gesetz, wie es Welcker[49] aus den zufälligen Befunden an der kleinen Zahl von 15 Schädeln glaubte ableiten zu dürfen, dass nämlich nach der Grösse geordnete Skelette „zugleich geordnet sind nach den Graden ihrer Brachy- und Dolichocephalie", gibt es nicht. Gerade die grössten Menschen, Patagonier und Bosnier (letztere durchschnittlich 1,72 cm gross bei Index 85,7), sind ausgesprochene Rundköpfe; obgleich die vorgeschichtlichen Bewohner von Bosnien langköpfig[50] waren und auch die später einwandernden Slaven ursprünglich der nordeuropäischen Rasse[51] angehörten, haben hier doch besondere Mischungsverhältnisse und Lebensbedingungen zusammengewirkt, die Langköpfigkeit zu verdrängen, den hohen Wuchs dagegen zu erhalten, bezw. zu begünstigen. Dass das Verhältnis in Italien sich umkehrt, darf uns nicht wundern, denn hier gehört die Mehrheit der Bevölkerung der Mittelmeerrasse (Homo mediterraneus) an, die zwar langköpfig, aber klein ist.

Das Gesicht ist, wie schon erwähnt, nur in den beiden Landschaften Dalarne und Västmanland von Retzius gemessen (Jochbogenbreite und Höhe vom Kinn bis zur Nasenwurzel), in den übrigen von den andern Beobachtern nur geschätzt (länglich oder rund) worden. Darnach hätten die geschätzten Landschaften $^4/_5$, die gemessenen dagegen nur $^1/_4$ längliche Gesichter aufzuweisen, Ergebnisse, die schwer zu vereinigen sind und vorläufig noch keine sicheren Schlüsse zulassen. Wie schon der ältere Retzius lege auch ich auf die Gesichtsbildung als Rassenmerkmal weniger Wert. Die Rasse von Cro-Magnon (Homo priscus), von der die nordeuropäische (Homo europaeus Linné) abstammt, hat wegen

der stark ausgebildeten Kiefer ein zwar breites, aber durchaus nicht kurzes[52] Gesicht mit ziemlich schmaler Nase. Bei der mit der zunehmenden Gesittung Hand in Hand gehenden Rückbildung der Kiefer verschmälerte sich auch das Gesicht, blieb aber bei gewissen bäuerlichen, schwer arbeitenden und in mancher Hinsicht dem Urzustande noch näherstehenden Bevölkerungen etwas breiter. Eine besondere langköpfige und breitgesichtige Rasse anzunehmen, wie sie z. B. von Kollmann[53] vorausgesetzt wird, ist nicht geboten.

Auch die von Fürst behandelten Farbenmerkmale bieten des Beachtenswerten genug. Die Schweden gehören zu den hellfarbigsten Völkern: „eigentlich braune Haut kommt in unserm Lande gar nicht vor“. Die feineren Schattierungen gleichmässig zu beurteilen und scharf zu unterscheiden, wäre einer grösseren Zahl von Beobachtern gar nicht möglich gewesen; daher ist die Haut in die Fragebogen nicht aufgenommen. In eingehender Weise wird die Frage des Nachdunkelns behandelt, da Pfitzner[54] behauptet hatte, um zwei Bevölkerungen mit einander vergleichen zu können, müsse man Leute von 40—50 Jahren untersuchen, denn erst in diesem Lebensalter hätten die Haare ihre endgiltige Färbung erreicht. Es ist nun zweifellos richtig und durch die Untersuchungen des Strassburger Anthropologen bestätigt, dass die hellen Haare mit den Jahren immer dunkler werden; ebenso sicher ist es aber auch, dass die dunkeln Haare schon im Jünglingsalter ihre dauernde Farbe erlangt haben und im reiferen Mannesalter zu ergrauen, bezw. zu bleichen beginnen. Dieses Alter eignet sich also ebensowenig wie das kindliche, in dem die Farbstoffablagerung noch nicht beendet ist, zu anthropologischen Untersuchungen. Auch sind schon aus äusseren Gründen reife und selbständige Männer für solche Zwecke nicht zu haben, während der Heeresdienst die jungen Leute zusammenführt und einem höheren Willen unterwirft. Wehrpflichtige und Soldaten werden daher immer den geeignetsten und zugänglichsten Stoff für grössere Untersuchungen abgeben. Das späte und langsame Nachdunkeln ist ja gerade ein Merkmal der nordischen Rasse; viele Schweden behalten bis ins hohe Alter gelbe Haare, die dann unmittelbar die weisse Greisenfarbe annehmen. Dass die Regenbogenhaut, wie Pfitzner meint, während des Lebens unverändert bleibe, ist nicht richtig; auch sie dunkelt, wie Jeder an seinen eigenen Kindern beobachten kann, nach. Sogar die Negerkinder

kommen mit rötlicher Haut und hellen Augen zur Welt, nehmen aber sehr rasch — das ist eben auch eine Rasseneigentümlichkeit — die dunkle Färbung an.

Da sich das blaue Auge vom grauen weniger durch die Farbstoffmenge — beide sind arm an Farbstoff — als durch Brechungsverhältnisse und grössere oder geringere Durchsichtigkeit der Regenbogenhaut unterscheidet, haben die schwedischen Forscher recht daran getan, beide Farbenstufen unter der Bezeichnung „helle Augen“ zusammenzufassen. Das empfiehlt sich auch schon aus Zweckmässigkeitsgründen; denn die Farben „blau, stahlblau, wasserblau, blaugrau, graublau, grau“ sind selbst von einem einzelnen Beobachter bei gleicher Beleuchtung schwer auseinanderzuhalten. Die „grünen“ oder „gemischten“ Augen mit ihren dunklen Einsprengungen auf hellem Grunde lassen sich dagegen leicht von den durchaus hellen wie von den gleichmässig dunkeln unterscheiden. In Schweden wie bei uns ist das „gemischte“ Auge wohl in den meisten Fällen auch ein Mischlingsauge; es ist aber anzunehmen, dass auch ohne Blutmischung, allein durch Veränderung der äusseren Verhältnisse, Aufhellung oder Verdunkelung der Regenbogenhaut in ähnlicher Weise vor sich gehen würde, indem einzelne Stellen derselben zuerst den Farbstoff verlieren oder aufnehmen.

Helle Augen hatten von den schwedischen Wehrpflichtigen rund 30000 Mann, d. i. 66,7 %, darunter rein blaue 47,4 % und graue 19,3 %. Rein braune Augen kamen nur bei 1970 Mann, d. h. 4,5 % vor; die übrigen 28,8 % fallen auf die gemischten. Unsere badischen Zahlen weichen hiervon nicht erheblich ab (64,5 % helle, darunter 41,3 % blaue, und 12,6 % braune Augen), doch haben die Schweden mehr rein blaue, wir dagegen dreimal so viel braune Augen. Blond (gelbe und aschfarbene Haare vereinigt) waren 75,3 %, drei Viertel der schwedischen Mannschaft, braun 21,6 %, rot 2,3 % und schwarz nur 0,8 %; bei den Haaren macht sich also ein grösserer Unterschied bemerklich, da wir nur 41,6 % blonde und 1,7 % rote, dagegen 37,7 % braune und 18,0 % schwarze haben. Die Roten sind nach Fürsts Meinung zu den Blonden zu rechnen, und es ist möglich, dass in Schweden mehr als im Süden eine goldene, ins Rötliche spielende Haarfarbe vorkommt. Bei uns, und gewiss zumteil auch im Norden, ist das rote Haar entschieden ein Mischlingsmerkmal, das besonders dann beobachtet wird, wenn ein Elternteil schwarz, der

andere hell ist. „Die von manchen Anthropologen beliebte Vereinigung mit den blonden“, sagt auch Ammon, „halten wir für unzulässig, denn die blonden Haare stellen im ganzen eine viel weniger gemischte Klasse dar als die roten.“ Meistens sind die roten Haare mit weisser Haut, die sich aber leicht fleckig bräunt (Sommersprossen), und blauen Augen verbunden, glücklicherweise, denn die seltene Verbindung brauner Augen mit roten Haaren wirkt entschieden unschön. Sicher ist, dass diese Haarfarbe grosse Neigung hat, sich zu vererben, so dass man in Schweden ganze „Geschlechter“ von Rotköpfen und sogar „rote Gegenden“ beobachten kann. Mehr als die Hälfte, 54,4 %, der Bevölkerung hat dort zugleich helle Augen und lichte Haare, bei uns nur 33 %. Umgekehrt ist das Verhältnis in Italien: 10,3 % helle und 69,1 % braune Augen, 8,2 % lichte und 31,1 % schwarze Haare. Baden nimmt, was auf drei Farbenkreisen sehr anschaulich dargestellt ist, eine vermittelnde Stellung ein. Das Verhältnis der gemischten Augen ist ein von Norden nach Süden fallendes, 28,8, 22,9 und 20,6 %, was wohl so zu erklären ist, dass in Schweden ein dunkeläugiger Grundstock gar nicht vorhanden ist und vereinzelte Einwanderer mit braunen Augen meist sofort durch Blutmischung in der helläugigen Urbevölkerung sich verlieren. Zu den hellsten Landschaften, mit 60 %, gehören Dalsland und Westgotland, die dunkelste, mit 37 % wegen der Nachbarschaft der fremdrassigen Lappen, ist Lappland.

Sehr zu beachten ist, was Fürst über die Wirkung der Ein- und Auswanderung sagt: „Weil unser Land wahrscheinlich relativ mehr hell als jedes andere Land hat, so ist anzunehmen, dass wir bei der Auswanderung überwiegend helle Elemente verlieren und bei der Einwanderung dunkle erwerben. Also wird unser heller Stamm ganz gewiss beiderseits bedroht, d. h. für unser Volk steht eine, wenn auch langsame, Farbenverdunkelung in Aussicht.“ Daran ist nicht zu zweifeln; dass aber trotzdem Schweden heute immer noch das hellste Land[55] ist, das beweist eben, dass es ein anderes Verbreitungszentrum für hellfarbige Menschen nicht gibt und dass seit der Urzeit die Auswanderung immer viel stärker war als die Einwanderung.

Die Verbindungen und Wechselbeziehungen der Merkmale sind von beiden Herausgebern gemeinsam bearbeitet worden. So deutlich ein Zusammenhang zwischen hohem Wuchs und Lang-

köpfigkeit hervortritt, so wenig ist ein solcher bei den Farben und dem Knochengerüste zu bemerken: die verschiedenen Farben und ihre Verbindungen sind, wie auch bei uns, ziemlich gleichmässig auf alle Grössenstufen und Kopfformen verteilt.

Von ganz besonderer Bedeutung in dieser Hinsicht ist die Verbindung derjenigen Merkmale, deren Vereinigung als Kennzeichen der „germanischen Rasse“ (besser, wie schon auseinandergesetzt, rein naturwissenschaftlich als „nordeuropäische“, Homo europaeus Linné, bezeichnet) betrachtet wird, der echten Dolichocephalie (Index unter 75), der Hellfarbigkeit (helle Augen und lichte Haare) und des hohen Wuchses (1,70 m und darüber). Solcher völlig rassenreiner Germanen finden sich in ganz Schweden mehr als zehn vom Hundert, 10,7 %, am meisten in den Landschaften Dalsland 18,3 %, Södermanland 16,2 %, Härjedalen 16,0 % und Dalarne 14,7 %, am wenigsten wieder in Västerbotten und Lappland, 4,9 und 5,1 %. Die Farben der Karte XIII zeigen deutlich, dass die reine Rasse in der Mitte und im Innern des Landes, „nach der norwegischen Grenze zu, im Gegensatz zu dem Küstenlande“, am besten gegen das Eindringen fremden Blutes geschützt war.

Damit kann sich kein anderes Land unseres Weltteils vergleichen. Obwohl die Germanen, wie aus den Berichten der Augenzeugen und aus den Grabfunden hervorgeht, zurzeit der Römerkriege und der Völkerwanderung noch von reiner, oder doch nahezu reiner Rasse waren, konnten sie trotz aller Abneigung gegen Blutmischung in den eroberten Ländern auf die Dauer die Reinheit ihres edlen Blutes nicht bewahren. Auch wo ihre Sprache die Oberherrschaft behalten hat, ist die von den Alten angestaunte Einheitlichkeit der äusseren Erscheinung (habitus quoque corporum, quamquam in tanto hominum numero, idem, Tac. Germ. 4) dahin.

Das Vorkommen des äussersten „Gegensatzes“, d. h. die Vereinigung der Merkmale der rundköpfigen Rasse (Homo brachycephalus, den man in Mitteleuropa auch Homo alpinus nennen kann), rundlicher Schädelbau, dunkle Farben, untersetzte Gestalt, ist in Schweden sehr selten, nur 0,14 %, obwohl im nördlichen Teil des Landes etwa 7000 Lappen wohnen.

In Baden haben wir unter 6800 Mann nur 57 gefunden, die „blauäugig, blond, weisshäutig, langköpfig und mindestens 1,70 m gross sind“; von unserem Volke gehören also nur 0,88 oder nach

Ammons Umrechnung, da „wir die Grenze der Langköpfe zu weit ausgedehnt haben", sogar nur 0,56 % der nordeuropäischen. der Rasse der germanischen Eroberer an. Diese Zahlen sind zwar mit den schwedischen nicht ohne weiteres zu vergleichen, weil die 6800 Mann aus den angeführten Gründen kein genaues Bild der ganzen Bevölkerung geben, weil wir nur die blauen, nicht alle hellen Augen zu grunde gelegt, dagegen als „Langköpfe" nicht nur die echten Dolichocephalen (mit Index unter 75) sondern auch die Mesocephalen (mit Index unter 80) angesehen haben, weil endlich in Schweden der Schädelindex. bei uns aber der Kopfindex berechnet ist. Diese verschiedenen Abweichungen werden sich aber wohl gegenseitig nahezu ausgleichen, so dass wir schliesslich doch wieder auf die Zahlen 0,5 (bei 0,4 % echten Dolichocephalen) gegen 10,7 % zurückkommen; während also von hundert Schweden zehn von rein germanischer oder nordeuropäischer Rasse sind, entspricht bei uns von 200 Menschen kaum einer der gleichen Anforderung. Die reine rundköpfige Rasse ist bei uns auch nicht viel stärker vertreten als in Schweden, 0,39 gegen 0,14 % dagegen besteht unsere Bevölkerung fast durchweg aus Mischlingen.

Ammon und Fürst sprechen beide von einem „Block" reiner nordeuropäischer Rasse, der allmälig durch Blutmischung zersplittert würde: in Baden habe dieser Block ursprünglich aus zwei Dritteln, in Schweden aus 85 % der Bevölkerung bestanden. Dass er bei uns infolge einer seit anderthalb Jahrtausenden wirksamen Rassenkreuzung mit einer fremdrassigen, übrigens durchaus nicht mehr einheitlichen, sondern aus Mischlingen bestehenden Urbevölkerung bis auf die dürftigen Trümmer von $^1/_2$ % zusammengeschmolzen ist, lässt sich begreifen; es ist sogar anzunehmen, dass auch diese nicht von reinrassigen Vorfahren abstammen, sondern nur zufällig durch Erbschaft und Rückschlag die auseinander gesprengten Merkmale der Stammrasse wieder vereinigt haben. In Schweden dagegen könnte, wenn seit Jahrtausenden in ähnlicher Weise eine wahllose Mischung stattgefunden hätte, von dem germanischen Block nicht ein völlig unangegriffener Kern von einem Zehntel der Bevölkerung übrig geblieben sein. Hier muss, wie auch Fürst anzunehmen geneigt ist, der Vorgang sich etwas anders gestaltet haben. Die stetig, aber nur in geringer Menge, gewissermassen tropfenweise eindringenden fremden Bestandteile[56] wurden zuerst vollständig aufgesaugt und

gleichartig gemacht; erst als mit dem zunehmenden Weltverkehr die Einwanderung stärker und stärker wurde, konnte die Rasse der Ureinwohner nicht mehr mit ihr fertig werden, und es begann sich eine Mischlingsbevölkerung zu bilden. Gehen die Dinge so wie bisher weiter, so besteht, da die Einwanderer wohl meist dunkler sein werden als die Einwohner und Auswanderer, die Gefahr, dass der rassenreine Kern immer kleiner wird und ein allgemeines Dunklerwerden der Bevölkerung eintritt. Wenn auch in den Nachkommen aus der Verbindung eines Weissen mit einer Schwarzen noch nach mehreren Geschlechterfolgen das Negerblut sich bemerklich macht, so wird es sich doch allmälig, wenn kein neues dazu kommt, verlieren. So überwindet auch die mächtige Vererbungskraft einer rein gezüchteten, lebenskräftigen Rasse geringe fremde Bestandteile, die sich vollkommen einfügen und nicht, wie Ammon vorauszusetzen[57] scheint, ein Pfahl im Fleisch bleiben und immer wieder durchschlagen.

Das durch eine deutsche Übersetzung der Vergessenheit entrissene und weitverbreitete Buch Gobineaus über „Die Ungleichheit der Menschenrassen" hat zunächst, da die grosse Mehrzahl der Leser die darin enthaltenen Irrtümer[58] von der Wahrheit nicht zu scheiden vermochte, mehr Unheil gestiftet als Gutes gewirkt: wie Pilze nach dem Regen sind zahlreiche andere Rassenbücher entstanden, deren Verfasser meist nicht einmal über den Grundbegriff „Rasse" im klaren waren und daher unter ihrem, zum Teil sehr ausgedehnten und begeisterten Leserkreis, statt Aufklärung nur Verwirrung verbreitet haben. Um so freudiger dürfen wir daher das schöne, wahrhaft wissenschaftliche Rassenwerk begrüssen, dessen hochbedeutender Inhalt weiteren Kreisen allerdings erst mundgerecht gemacht werden muss. Es hat nicht nur aufs neue allen Zweifeln gegenüber die Wichtigkeit der durch zwei Handgriffe leicht festzustellenden Schädelgestalt dargetan, es hat auch über die Verbreitung der Rassen in unserem Weltteil sehr bemerkenswerte, wir dürfen sagen entscheidende, Aufschlüsse gegeben. Wohl wäre es sehr wünschenswert, wenn auch in den Nachbarländern, Norwegen, Dänemark und besonders Norddeutschland, derartig umfassende, freilich auch mühsame, zeitraubende und kostspielige Volksuntersuchungen angestellt würden, viel Neues könnten sie aber, ausser einer genaueren Abstufung der Mischungsverhältnisse, nicht mehr bringen. Das Verbreitungs-

zentrum der nordeuropäischen Rasse, die wir auch „germanisch" nennen dürfen, ist durch das grossartige, nun glücklich zu Ende geführte schwedische Unternehmen unzweifelhaft festgestellt. Dass die geschichtliche Überlieferung mit diesem auf rein naturwissenschaftlichem Wege erreichten Endergebnis vollständig übereinstimmt, dient beiden zur Bekräftigung. Die Auswanderung aller Germanen aus der skandinavischen Halbinsel — ich stehe nicht an, dies immer aufs neue zu wiederholen — ist eine geschichtliche Tatsache[59] und bildet den wertvollsten, leider aber aus Vorurteil oft noch übersehenen oder absichtlich verschwiegenen Inhalt der mit so grossen Mühen und Kosten gesammelten und herausgegebenen Monumenta Germaniae. Nur auf dieser, ihrer natürlichen Grundlage wird die deutsche Geschichte verständlich, kann das über unsern Anfängen ruhende Dunkel erhellt, die lange vermisste Brücke zur Vorgeschichte geschlagen werden. Damit ist die Voraussagung Eckers, dass die Anthropologie die „vornehmste Hilfswissenschaft der Geschichte" werden müsse, in Erfüllung gegangen, und ich freue mich, bei dieser Gelegenheit unserem Landsmanne und meinem verehrten Lehrer, einem der scharfsinnigsten Anthropologen, einige Worte der Dankbarkeit und der Anerkennung widmen zu dürfen. Vor bald 40 Jahren schon, als mit Ausnahme von zwei oder drei Predigern in der Wüste alle Welt noch an unsere Herkunft aus Asien glaubte, war er auf grund seiner Vergleichung unserer Reihengräberschädel mit schwedischen der Wahrheit sehr nahe gekommen. „Die Franken", sagt er,[60] „sind ein Bestandteil des grossen von Norden kommenden Völkerstammes, der mit gewaltigem Stoss das mächtige römische Reich zertrümmerte . . . . und damit stimmt auch überein, dass die alten Wohnsitze der Alemannen ebenfalls an der Nord- und Ostsee lagen und dass sie sich erst im Laufe der Zeit gegen Süden und Westen bewegten . . . dass ihre Schädelform, die noch heute im skandinavischen Zweig des deutschen Stammes (der „in seinen alten Wohnsitzen" und daher „unvermischt" geblieben) erhaltene dolichocephale ist." Da die andern sprach- und stammverwandten Völker mit den Germanen auch durch ihre leiblichen Merkmale im innigsten Zusammenhang[61] stehen, so muss ihre Urheimat mit der unsrigen zusammenfallen, und damit ist die berühmteste Streitfrage[62] der alten Geschichte und Völkerkunde endgiltig entschieden.

Anmerkungen.

[1] Vergl u. a meine Abhandlungen „Stammbaum und Ausbreitung der Germanen“, Bonn, P. Hanstein, 1895, und „Wanderungen der Schwaben“, Beilage zum Staatsanzeiger für Württemberg Nr 7—10, 1902. — Die angeführten Stellen finden sich bei Ermoldus Nigellus (carm. in hon. Hludovici, IV 13), Goldastus (Rerum suevicarum scriptores aliquot veteres, Frankfurt 1605) und Stumpff (Chronik IV 9, Zürich 1548). — Die Einheit der Namen „Schweden“ und „Schwaben“ (aschw. Sváethiud, an. Svithiod = Sueothiuda, Schwabenvolk) habe ich zuerst im Jahr 1890, Ausland No. 46 und 47, nachgewiesen.

[2] Zur Anthropologie der Badener. Im Auftrage der Kommission bearbeitet von Otto Ammon. Mit 24 in den Text gedruckten Figuren und 15 Tafeln in Farbendruck. Jena, G. Fischer, 1899.

[3] Gesamtbericht im Archiv für Anthropologie XVI, 1886.

[4] So die Untersuchungen von Meisner über die Körpergrösse der Wehrpflichtigen in Mecklenburg und den Elbherzogtümern (Archiv f. Anthr. 1891) und von Schliz an Schulkindern im Oberamt Heilbronn (in einigen Dörfern war auch ich beteiligt; Bericht auf der Anthropologenversammlung in Lindau, 1899).

[5] Anthropologia suecica. Beiträge zur Anthropologie der Schweden, ausgearbeitet und zusammengestellt von Gustaf Retzius und Karl M. Fürst. Mit 130 Tabellen, 14 Karten und 7 Proportionstafeln in Farbendruck, vielen Kurven und anderen Illustrationen. Deutsche Ausgabe. Stockholm 1902.

[6] Finska Kranier etc., skildrade af Gustaf Retzius, Stockholm 1878. — Vergl. auch die Beiträge Sur l'étude craniologiques des races humaines und Caractères ethniques des races finnoises im Compte rendu des 7. internat. Anthropologenkongresses von 1874, Stockholm 1876.

[7] Nach der schwedischen Wehrverfassung besteht das Heer aus einem kleinen Stamm angeworbener (värfvade) oder eingeteilter (indelta) Mannschaft und der Landwehr (beväring), die im Sommer zu einer 90tägigen Übung einberufen wird.

[8] Vergl. z. B. das absprechende, aber etwas zu weitgehende Urteil von Gumplovicz in dem Aufsatz „Anthropologie und natürliche Auslese“, Polit.-anthrop. Revue I, 2.

[9] Crania suecica antiqua. Beschreibung schwedischer Vorzeitschädel (117) aus der Steinzeit, dem Bronze- und Eisenalter u. s. w. von Gustaf Retzius. Mit 100 Tafeln in Lichtdruck. Stockholm, schwedische Ausgabe 1899, deutsche 1900.

[10] Om den germaniska ras-typen. Rede bei der Niederlegung des Vorsitzes in der k. Akademie der Wissenschaften gehalten von Gustaf Retzius. Stockholm 1901. — Von mir in der Naturwissenschaftlichen Wochenschrift N. F. I, 29 besprochen.

[11] Das kommt davon her, dass in Schweden, wie auch in den Elbherzogtümern erst im vorigen Jahrhundert Familiennamen eingeführt wurden und das Christentum mit wenigen Heiligennamen die unerschöpfliche Fülle der heidnischen verdrängte.

[12] Centralblatt für Anthropologie II, 1 und L'Anthropologie VII, 6. Der Längsdurchmesser verkürzt sich in der Horizontalen durchschnittlich um 1,0 mm, was selbstverständlich bei runden Köpfen den Index etwas mehr beeinflusst. Ob, wie Ammon glaubt annehmen zu dürfen, der Längenunterschied bei mittleren Köpfen geringer ist als bei länglichen und runden, scheint mir nicht ganz sicher.

[13] Anthropologie der Badener, S 125/6. „Das grüne Auge verrät durch seine Farbenzusammensetzung seinen Charakter als Mischlingsauge, denn es ist fast nie einfarbig grün, sondern meist aus braunen, sternförmigen Strahlen, die vom Pupillenrand ausgehen, und aus blauen oder grauen Sektoren, die vom Ciliarrand hineinreichen, zusammengesetzt."

[14] Manche Anthropologen, z. B. Livi, unterscheiden nach dem gewöhnlichen Sprachgebrauch auch schwarze (neri) Augen, doch ist, auch bei den farbstoffreichsten Rassen, die Regenbogenhaut nie rein schwarz.

[15] Congrès Internat. d'anthrop. à Stockholm 1874, Compte rendu.

[16] Nyström, Archiv f. Anthropologie XXVII, hat dies auf Grund von angeblich 500 Untersuchungen behauptet. Da aber der übrige Inhalt der Abhandlung „Über die Formveränderungen des menschlichen Schädels und deren Ursachen" entschieden verfehlt ist, der Verfasser in seiner Heimat auch nicht im Rufe eines zuverlässigen Forschers steht, müssen weitere einwandfreie Untersuchungen abgewartet werden. — Wie viele Deutsche am Ende des dreissigjährigen Krieges in den schwedischen Heeren gedient haben, geht u. a aus einer Taufkanne der Kirche von Altenheim a. Rh. hervor, die laut Inschrift im Jahre 1649 von vier „schwedischen Dragonern, M. Bohn, Fendrich, G. Kratz, Korporal, H. Ohrdorff, R. Schuhmann" (lauter deutsche Namen) zu „immerwährendem Gedächtnus" gestiftet worden ist.

[17] Undersögelser af archaeologisk materiale etc., Aarböger f. nord. oldkyndighed 1891. — Die Untersuchungen sind auch sonst sehr lehrreich.

[18] Verhandlungen des 7. Internat. Geographenkongresses. Berlin, London, Paris 1901.

[19] Vergl. u. a. meinen Aufsatz „Germanische Rasse" in der Deutschen Zeitschrift, II 6, 1900.

[20] Naturwissenschaftl. Wochenschrift, N. F. I 10, 1901.

[21] In bezug auf Einwanderungen sagt der schwedische Forscher: „Aus der Untersuchung der zugänglichen Vorzeitschädel geht hervor, dass in den genannten Zeitaltern Einwanderungen neuer Rassenbestandteile in irgend erheblichem Masse nicht stattgefunden, dass vielmehr die nämlichen Rassen Schweden in der ganzen uns bisher bekannten Vorzeit bewohnt haben; dem kann man das Urteil beifügen, dass die heutige Bevölkerung in ihren Grundbestandteilen unmittelbar von dem Vorzeitvolke abstammt, wenn auch im Laufe der Zeiten das Eindringen fremden Blutes nicht ganz zu vermeiden war."

[22] So besonders „Herkunft und Urgeschichte der Arier“, Heidelberg, Hörning, 1899. — Vergl. auch meine auf M. Muchs „Heimat der Indogermanen“ sich beziehende Auseinandersetzung in den Mitteilungen der Wiener Anthr. Gesellschaft, XXXII 5/6, „Gehört Dänemark mit zur Urheimat der Arier?“

[23] Statistics, medical and anthropological. compiled under direction of the secretary of war. New-York 1875.

[24] Sessions-undersögelsernes og recruterings-statistikens betydningen for videnskaben og staten. Kristiania 1875.

[25] Die Körpergrösse der Wehrpflichtigen im Grossherzogtum Baden in den Jahren 1840—1864, Karlsruhe 1894.

[26] Om svenskarnes kroppslängd, Ymer 1896. — Antropologiska undersökningar å värnpligtige, Tidskrift för militär hälsovård XXII, 1897. — Über die Körperlänge der schwedischen Wehrpflichtigen, Centralblatt für Anthropologie, I 4, 1896.

[27] Archiv für Anthropologie IX, 1876.

[28] Redogörelse för den hygieniska undersökningen, Stockholm 1885.

[29] Wenn wir annehmen, dass die 21jährige Mannschaft noch nicht ausgewachsen ist und die höheren Stände noch grösser sind, ergibt sich für die Schweden das sehr beträchtliche Durchschnittsmass von 1,72 m.

[30] Anatomisk-antropologiske undersögelser af de lange extremitet — knokler fra Norges befolkning i oldtid og middelalder. Videnskabsselskabets skrifter I. Kristiania 1901.

[31] Antropometria militare, Roma 1896. — Antropometria, Milano 1900. — Zur Anthropologie der Badener, Jena 1899.

[32] Im berechtigten Widerspruch gegen die Auswüchse und Übertreibungen der Schädelmessung sind einige Anthropologen zu weit gegangen und haben das Kind mit dem Bade ausgeschüttet. Vergl. meinen Vortrag „Geschichte und Bedeutung der Schädelmessung“, Vrhdl. d. naturhist.-med. Vereins zu Heidelberg, N. F. VI 5.

[33] Om formen af Nordboernes Cranier, Stockholm 1842.

[34] Om ett fynd af mennisko-skeletter etc. Läkareförenings förhandlingar, N. F. II, Upsala 1896/7.

[35] Bulletins de la Soc. d'Anthr. de Paris, 2s III, 1868. — Auf den Unterschied zwischen länglichen und runden Köpfen hat Broca nicht geachtet.

[36] Jena, G. Fischer, 1893.

[37] Wachstum und Bau des menschlichen Schädels. Leipzig 1862.

[38] Badische Schädel, Archiv für Anthropologie XXI.

[39] Insofern als ein Abrundungsfehler beim Querdurchmesser viel mehr ins Gewicht fällt. Setzen wir nach den Leichenversuchen von Welcker (10), Broca (6), Fürst (7,3) die durchschnittliche Dicke der Weichteile im Längsdurchmesser gleich 7,7 mm, im Querdurchmesser (9,5, 8, 9) gleich

8,8 mm, so würde beispielsweise ein 20 cm langer und 16 cm breiter Kopf mit Index 80 einen Schädelindex von 78.6 haben, mit meiner Abrundnng dagegen von 78.9, ein sehr geringfügiger Unterschied.

[40] Crania selecta, Petersburg 1859.

[41] In einer Anmerkung auf S. 94 der „Anthropologie der Badener" tritt auch Ammon dieser Anschauung bei: „Es ist leicht einzusehen, dass die Brocasche Angabe von zwei Einheiten schon bei dolichocephalen Köpfen zu gross ist und dass der Unterschied um so kleiner wird, je mehr die Köpfe sich der runden Form nähern. Nach Welcker schwankt die Dicke der Kopfschwarte in der Längsrichtung von 5 bis 15 mm, in der Breite von 6 bis 13 mm, im Mittel beträgt sie also 10 mm, wie auch Wilser angibt. Der Abzug von 1,0 cm ändert das Verhältnis der Durchmesser einer Ellipse, bei einem Kreis aber tritt keine Änderung ein . . ."

[42] Es darf nicht unerwähnt bleiben, dass der aus der durchschnittlichen Länge und Breite sich ergebende Index 78,27 um 0,42 höher ist als der aus den Indices der einzelnen Landschaften berechnete von 77,85; es rührt dies von den weggelassenen Dezimalen her. — Grosse Erleichterung des mühsamen Rechengeschäfts bringen dem Anthropologen die kürzlich von Fürst herausgegebenen, sehr handlichen und zweckmässigen „Indextabellen", Jena, G. Fischer, 1902.

[43] Crania Germaniae meridionalis occidentalis. Freiburg 1875. — Badische Schädel, Archiv für Anthropologie XXI.

[44] Die von Ammon zu Grunde gelegte Kollmannsche Zusammenstellung (Korrespondenzblatt für Anthropologie 1882) gibt kein richtiges Bild, da sie zu viele Schädel aus späterer Zeit und von offenbar fremder Rasse (über 30 % Rundköpfe) enthält; aber auch sie zeigt einen mittleren Index von nur 77.

[45] Nach früheren, allerdings nicht sehr zahlreichen Untersuchungen von v. Haartman (Försök at bestämma den genuina racen af de i Finland boende folk, 1845) und Retzius (Finska Kranier) schien es, als seien die Karelier weniger rundköpfig. Diese von vornherein wenig wahrscheinliche Annahme ist nun durch Westerlunds umfassende Erhebungen berichtigt (Studier i Finlands antropologi, Helsingfors 1900).

[46] Vergl. meinen Auszug im Globus (LXII 22) aus seinem russischen Werke: Anthropometrische Untersuchungen der männlichen grossrussischen Bevölkerung etc., mit 34 Lichtdrucktafeln, 16 Karten und 3 Holzschnitten. Moskau 1892.

[47] Etude anthropométrique élémentaire des principales races de la France. Paris 1883.

[48] Mitteilungen der Anthropologischen Gesellschaft in Wien. N. F. XV, 1895.

[49] a. O.

[50] Unter den Schädeln von Glasinae sind 66 % länglich (Index unter 80) und 34 % rundlich. Weisbach, Altbosnische Schädel, Mitteilungen der Anthr. Ges. in Wien, N. F. XVII, 1897.

[51] Viele Skelette und Schädel aus slavischen Gräbern sind von germanischen nicht zu unterscheiden, gehören also der reinen nordeuropäischen Rasse (Homo europaeus Linné) an.

[52] La face en réalité n'est point courte, sagt Broca (a. a. O.).

[53] Die Formen des Ober- und Unterkiefers bei den Europäern. Vortrag, Sonderabdruck aus der Schweiz. Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde. Zürich 1892. Von mir im Globus (LXII 20) besprochen. — In einem Aufsatz über „Menschenrassen“ (Archiv f. Anthr. XXVII, Globus LXXXII 24) spricht Kollmann nur noch von der „temporären Persistenz“ derselben. Eine völlige Unveränderlichkeit annehmen, heisst ja auch die Entwicklungslehre leugnen. Jede Rasse ist, obwohl der Mensch das Endglied einer langen Entwicklungskette bildet, selbstverständlich veränderlich, kann aber, wenn äussere Anstösse fehlen und Blutmischung ausgeschlossen ist, durch Jahrtausende sich ziemlich gleich bleiben. Wenn K. sagt, jede neue Rasse müsse in einer „Periode der Mutation“ auftreten und die Rassen zwar für „variabel“, aber nicht für „mutabel“ erklärt, so ist dies ein Widerspruch. Mutationen nach de Vries gibt es wahrscheinlich nur bei Pflanzen.

[54] Der Einfluss des Lebensalters auf die anthropologischen Charaktere. Sozial-anthropologische Studien 1. Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie I, 1899.

[55] Nach den allerdings nicht sehr zahlreichen und zumteil an Kindern ausgeführten Untersuchungen von Arbo, Faye, Hansen (veröffentlicht durch Topinard, Revue d'Anthropologie, 3. s. IV 1889) und Westergaard (Skoleboernes har- og oejenfarve. Nationaloekonomisk Tidskrift, Kjoebenhavn 1893) sind Norwegen und Dänemark Länder mit ziemlich hellfarbiger Bevölkerung; die hellen Farben nehmen aber von der schwedischen Grenze nach Westen ab, so dass Dänemark entschieden dunkler ist als Schweden. Westerlund (Fennia XVIII 2, Kuopio 1900) hat an 4650 Mann festgestellt, dass in Finnland die Schweden die hellsten sind, die Finnen von Westen nach Osten dunkler werden. Aus der deutschen Schulkinderuntersuchung geht trotz ihren, zumteil unvermeidlichen, Mängeln doch hervor, dass die hellen Farben von Norden nach Süden abnehmen. England ist nach Beddoe (9080 Erwachsene) ziemlich hell (60 % helle Augen und 67 % lichte, blonde und hellbraune Haare), die dunkeln Farben nehmen aber von Osten nach Westen merklich zu. In Russland sind die Anwohner der Ostsee die hellsten, die Bewohner des Binnenlandes die dunkelsten. Für Frankreich ist durch Topinard festgestellt, dass die nördlichen Teile am Ärmelkanal die hellsten, die südlichen am Mittelmeer die dunkelsten sind. Von den Italienern haben nach Livi nur drei vom Hundert blaue Augen mit hellen Haaren, 25 dagegen braune Augen mit schwarzen Haaren. In Spanien kommen (nach Hoyos Sainz und Aranzadi) auf 16 % helle, 20 % dunkelbraune Augen. Retzius kann daher in seinem Rückblick mit vollem Recht als Endergebnis anführen, dass die skandinavische Halbinsel „ein helläugiges blondhaariges Zentrum“ bildet und dass von diesem aus die hellen Farben „radialwärts nach verschiedenen Richtungen hin“ abnehmen.

[56] Grössere Einwanderungen, von denen Altertumskunde und Geschichte nichts wissen, können auch aus naturwissenschaftlichen Gründen, wie dies Arbo (Ymer 1900, Heft 1, Globus LXXVIII 6 und Intern. Centralblatt für Anthropologie VII 4, 1902) versucht hat, nicht gefolgert werden. Vgl. meinen Aufsatz „Hafva folkinvandringar ägt rum i Skandinavien?“, Ymer 1902, Heft 4.

[57] Zur Theorie der reinen Rassentypen. Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie II 3. — Man darf diese Dinge nicht rein mathematisch behandeln.

[58] Vgl. meinen Aufsatz „Gobineau und seine Rassenlehre“, Politisch-anthropologische Revue I 8, 1902.

[59] Schon in meiner „Herkunft der Deutschen“, 1885, habe ich das im allgemeinen, später in zahlreichen Vorträgen und Abhandlungen im einzelnen nachgewiesen, so z. B. den „Wanderungen der Schwaben“, Beilage des Staatsanzeigers für Württemberg 1902, No. 7—10, in „Worms und die Burgunden“ Zeitschrift „Vom Rhein“ I 1902, und den „Wanderungen der Wandalen“, Deutsche Erde 1903.

[60] a. O.

[61] Kimbern, Teutonen, Ambronen haben gleiches Anrecht auf den Namen „Germanen“ wie auf „Kelten“. Vgl. meinen Aufsatz „Kelten und Germanen“, Deutsche Zeitschrift II 11, 1900.

[62] Diese Ansicht wurde zum erstenmal öffentlich ausgesprochen in meinem Vortrag über die „Keltenfrage“ im Karlsruher Altertumsverein am 29. Dezember 1881.

Die Tätigkeit der Bakterien im Boden.

Von Dr. **Franz Muth**,

Assistent an der Grossh. badischen landwirtschaftlichen Versuchsanstalt Augustenberg und Privatdozent für Botanik an der Grossh. Technischen Hochschule in Karlsruhe.

Zu den bedeutungsvollsten Gebieten der naturwissenschaftlichen Forschung, welche ihre Entwicklung den letzten Dezennien des durch weittragende, wissenschaftliche Errungenschaften so bemerkenswerten vergangenen Jahrhunderts verdanken, gehört ohne Zweifel die Bakteriologie. Spielen doch die Bakterien, diese kleinen Lebewesen eine so wichtige Rolle im grossen Haushalt der Natur, als ständige Mitarbeiter und Regulatoren bei deren ewigem Kreislauf, als Vermittler organischen Werdens und Vergehens, Lebens und Sterbens. Von grösster Wichtigkeit sind hierbei die biologischen Vorgänge im Boden oder wie der Dichter sagt, der Mutter Erde, an welcher in erster Linie wiederum Bakterien beteiligt sind. Wenn unsere Kenntnisse über diese Vorgänge und über die Bakterien im Boden zurzeit auch noch in den ersten Stadien ihrer Entwicklung begriffen sind, so genügen sie doch, die grosse Bedeutung der Bodenbakteriologie in nationalökonomischer, hygienischer und wissenschaftlicher Beziehung uns vor Augen zu führen.

Die bakteriologischen Verhältnisse und Vorgänge im Boden haben deshalb auch die allgemeine Aufmerksamkeit auf sich gelenkt und dürfte es manchem erwünscht sein, einen Einblick in das Bakterienleben des Bodens zu gewinnen. Diesem Zweck möchten unsere Ausführungen dienen, die einen kurzen und in keiner Weise erschöpfenden, sondern nur das Wichtigste berücksichtigenden Überblick über den jetzigen Stand unserer Kenntnisse der Bodenbakterien und ihrer Tätigkeit bieten möchten.

Auf die geschichtliche Entwicklung der Bakteriologie, sowie auf die vielseitige, täglich gewaltig wachsende Literatur über die Bodenbakterien wollen wir nicht näher eingehen, da dies nicht im Rahmen eines kurzen Referates über den Stand einer Frage liegt. Die wichtigste Literatur findet man im bakteriologischen Zentralblatt, besonders in dessen zweiter Abteilung und im Jahres-

bericht für Gärungsorganismen von A. Koch, ferner in dem ersten Bande der technischen Mycologie von Franz Lafar und dem System der Bakterien von Walther Migula. Besonders erwähnt sei ferner Wollnys bekanntes Werk über die Zersetzung der organischen Stoffe und die Humusbildungen, sowie die Vorlesungen über Bakterien von Alfred Fischer. Einen unser Thema speziell in landwirtschaftlicher Beziehung in der Hauptsache erschöpfenden Überblick hat J. Behrens in einem bemerkenswerten Vortrag über die Arbeit der Bakterien im Boden und im Dünger gegeben, der in den Arbeiten der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft 1901, Heft 64, pag. 108—144 veröffentlicht ist.

Es seien nun zunächst einige kurze, allgemeine Bemerkungen über die Bakterien vorausgeschickt. Dieselben sind ausserordentlich kleine, mitunter an der Grenze des mittelst unserer heutigen optischen Hilfsmittel noch Sichtbaren stehende, einzellige, zu den Spaltpflanzen (Schizophyta) gehörende chlorophyllose Organismen. Sie vermehren sich durch Zweiteilung, „Spaltung in der Mitte", weshalb man sie mit den in dieser Beziehung ähnlich sich verhaltenden, vielfach, aber nicht mit Recht als ihre Stammeseltern angesehenen Spaltalgen (Schizophyceae) zu der bereits erwähnten Abteilung der Spaltpflanzen vereinigt hat. Manche der höher organisierten, zu den sogenannten Scheidenbakterien gehörende Arten besitzen ausserdem die Fähigkeit, sich durch teils unbeweglich, teils bewegliche Gonidien zu vermehren. (Vergl. die Fig. 19 u. 20 S. 120 u. 121). Es sind dies aus dem gemeinschaftlichen Verbande in der Scheide entweder direkt oder nach besonderen, nur bei der Gonidienbildung zu beobachtenden Teilungsvorgängen heraustretende, sich nach dem Verlassen der Scheide zu neuen Kolonien entwickelnde Zellen.

Viele, aber nicht alle Arten vermögen sog. Dauerzellen oder Endosporen zu bilden, die sich durch eine bedeutend festere und dickere Membran, sowie durch ihre Widerstandsfähigkeit gegen Hitze, chemische Mittel und andere Einwirkungen der vegetativen Zelle gegenüber auszeichnen. Während nach den Untersuchungen von Brefeld die letzteren z. B. bei dem allerwärts verbreiteten Heubazillus (Bacillus subtilis Fig. 1) nach 20 Minuten dauerndem Aufenthalt in siedendem Wasser sicher vernichtet sind, bedarf es bei den Sporen dieses Organismus eines dreistündigen Kochens, um sie zu töten.



Manche Bakterien vermögen sich zu bewegen. Dies geschieht fast ausschliesslich durch feine, an einem oder den beiden Polen der Bakterienzelle befindliche oder über deren ganze Oberfläche zerstreute Plasmafäden, den sog. Geisseln. (Vergl. die Fig. 1 a, 9, 10, 11, 12, 13, 18 b.) Die Bakterien leben entweder einzeln oder sie sind infolge einer vielen Arten eigenen Gallerthülle zu verschieden gestalteten Kolonien vereinigt. Durch weitgehende Gallertbildung entstandene Kolonien, die dabei von fester Konsistenz sind, bezeichnet man mit dem Namen Zoogloea. (Vergl. die Fig. 12 und 13.)

Die Bakterien wachsen teils nur bei Luftzutritt, also bei Gegenwart von freiem Sauerstoff (sog. Aërobionten), teils sowohl bei Luftzutritt, als auch bei Luftabschluss (fakultative Anaërobionten), während wieder andere Arten sich nur bei vollständigem Luftabschluss zu entwickeln vermögen. Es sind dies die obligatorischen Anaërobionten. Die meisten Bakterien kann man auf künstlichen Nährböden züchten, die sich in ihrer Zusammensetzung möglichst den natürlichen Ernährungsverhältnissen des zu züchtenden Organismus nähern müssen. Man unterscheidet flüssige und feste Nährböden. Mit der Einführung der letzteren und der Plattenkultur durch Robert Koch war eine brauchbare Methode zur Reinkultur geschaffen und der Grundstein zur erfolgreichen, wissenschaftlichen bakteriologischen Forschung gelegt. Diejenige Temperatur, bei der ein Organismus am besten gedeiht, ist sein Wachstumsoptimum, diejenige niederste oder höchste Temperatur, bei welcher er gerade noch wächst, sein Minimum resp. Maximum. Bei einigen Arten treten in der künstlichen Kultur unter besonderen Umständen abweichende Gestalten auf, die wir als Degenerations- oder Involutionsformen bezeichnen. (Vergl. die Fig. 7 v. x. y.)



Fig. 1.
Bacillus subtilis Ehrenberg. (Heubazillus).
a. Schwärmende Stäbchen mit Geisseln,
b. Sporen bildende Fäden.
500fache Vergr. Nach Migula.

Von hohem wissenschaftlichem Interesse und grosser praktischer Bedeutung sind die Bakterien in physiologischer Beziehung.

Einige vermögen sich vollständig autonom zu ernähren, sich ausschliesslich mit anorganischen Nährsubstanzen begnügend; die meisten aber sind auf organische Verbindungen angewiesen, verschiedenartige und oft weitgehende, als Gärungen bezeichnete Zersetzungen ihres Nährsubstrates hervorrufend. Unter Gärungen verstehen wir hier in des Wortes weitester Bedeutung alle unter Mitwirkung von Mikroorganismen verlaufenden chemischen Vorgänge. Wir unterscheiden hauptsächlich Oxydations-, Reduktions-, hydrolytische und synthetische Gärungen. Eine vollständige bis zur Mineralisierung, d. h. bis zur Bildung von Kohlensäure, Wasser und Ammoniak gehende Oxydationsgärung organischer Substanzen nennen wir Verwesung, während wir als Fäulnis solche biologische Prozesse bezeichnen, die bei Luftabschluss oder bei ungenügendem Luftzutritt unter Bildung von übelriechenden Gasen verlaufen. Neuerdings versteht man unter Fäulnis auch speziell die komplizierten Gärungserscheinungen der Eiweisskörper. Vermoderung nennt man eine noch nicht genügend aufgeklärte, im Boden besonders bei Gegenwart von pflanzlichen, stickstoffarmen, cellulosehaltigen Stoffen auftretende, durch die Bildung von Huminsubstanzen charakterisierte Zersetzung. Die meisten dieser chemischen Prozesse werden, wie man annimmt, durch von den Bakterien erzeugte Enzyme ausgelöst. Über die chemische Konstitution und den Wirkungsmechanismus dieser in den Organismen weitverbreiteten, in der Regel ausserordentlich leicht zersetzlichen Enzyme wissen wir zurzeit noch nichts Sicheres. Ihre Wichtigkeit für die lebende Bakterienzelle besteht in erster Linie in der Umbildung der Nährmedien in für dieselbe assimilierbare Verbindungen und in der Energieerzeugung durch Oxydationsprozesse oder durch Wärme erzeugende exothermische Spaltungsvorgänge. Die Bakterien sind, wie wir wissen, mit einigen wenigen Ausnahmen bei ihrer Ernährung auf organische Verbindungen angewiesen. Viele derselben leben von toten Körpern, andere dagegen auf resp. in lebenden Organismen. Die ersteren begnügen sich gleichsam damit, sich in Häusern, die von ihren Bewohnern verlassen wurden, anzusiedeln, dieselben einzureissen, dabei das für sie Brauchbare verwendend, und der Natur Bausteine für neue Bauten zu liefern. Wir nennen solche Arten Saprophyten. Andere aber dringen, um bei dem Bilde zu bleiben, auch in bewohnte Häuser ein, wo sich dann ihr Verhältnis zu deren

Bewohnern bald freundlich, bald feindlich gestaltet. Im ersteren Falle sprechen wir von Symbiose. Ein schönes Beispiel dafür werden wir später bei den Knöllchenbakterien der Leguminosen kennen lernen. Wirt und Gast vertragen sich hier sehr gut und sind sich in ihrem Fortkommen durch gegenseitige Leistungen behilflich. Aber nicht immer gestalten sich die Dinge so friedlich; oft fällt der Eindringling über seinen Wirt in räuberischer Absicht her, ihn aussaugend und schliesslich tötend. Wir sprechen dann von Parasitismus. Zwischen diesen beiden Extremen gibt es viele Zwischenstufen, wo sich das Verhältnis zwischen Wirt und Gast mehr oder weniger günstig für den ersteren gestaltet.

Interessant ist die Erscheinung, dass manche Arten sowohl als Saprophyten, wie auch als Parasiten auftreten können. Wir bezeichnen solche Arten als fakultative Saprophyten resp. Parasiten, während wir die Bakterien, die nur als Saprophyten oder als Parasiten zu leben im stande sind, obligatorische Saprophyten resp. Parasiten nennen. Von besonderer Wichtigkeit ist die Frage, auf welche wir später noch einmal zurückkommen werden, welche Saprophyten vermögen parasitäre Eigenschaften anzunehmen und unter welchen Umständen tun sie dies? Sehr verschieden und mannigfaltig sind die Stoffwechselprodukte der Bakterien. Nach der Art derselben hat man die Schizomyceten auch in zymogene, chromogene und pathogene eingeteilt, eine Einteilung, die mehr auf empirischen Beobachtungen, als auf wissenschaftlichen Grundlagen beruht. Die zymogenen, die Erreger der gewöhnlichen Gärungen, erzeugen hauptsächlich Kohlensäure, Alkohole, fette Säuren etc., die chromogenen bilden Farbstoffe, die pathogenen Ptomaine, Toxine und Toxalbumine. Unter Ptomainen verstehen wir ungiftige, unter Toxinen giftige Stoffwechselprodukte der Bakterien von ähnlicher chemischer Konstitution, wie die Alkaloide. Von ganz anderer chemischer Zusammensetzung und von hervorragender Giftigkeit sind die Toxalbumine, die eine ähnliche molekulare Konstitution, wie die Eiweisstoffe haben, denen sie ausserordentlich nahe stehen und von denen sie wahrscheinlich abstammen.

Die Bakterien, über deren Abgrenzung die Ansichten zum Teil noch auseinandergehen, hat man in verschiedener Weise eingeteilt. Am meisten Verbreitung und Anerkennung haben in den letzten Jahren das System von Alfred Fischer und dasjenige

von Walther Migula gefunden. Die Hauptgruppen des letzteren seien hier mitgeteilt:

1. Ordnung: Eubacteria.
   1. Familie Coccaceae (Kugelbakterien) (Fig. 8).
   2. „ Bacteriaceae (Stäbchenbakterien) (Fig. 1, 2, 3, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 b).
   3. „ Spirillaceae (Schraubenbakterien) (Fig. 18 a).
   4. „ Chlamydobacteriaceae (Scheidenbakterien) (Fig. 19 und 20).

2. Ordnung: Thiobacteria (Schwefelbakterien).
   1. Familie Beggiatoaceae (Farblose Schwefelbakterien) (Fig. 18 c).
   2. „ Rhodobakteriaceae (Rote oder violette Schwefelbakterien (Fig. 18 a und b).

Bei den Chlamydobakteriaceen sind die cylindrischen Zellen zu Fäden angeordnet, die von einer mehr oder weniger deutlich sichtbaren scheidenartigen Membran umgeben sind. Die Schwefelbakterien unterscheiden sich von ihren Kollegen in erster Linie in physiologischer Beziehung; es scheint, dass bei denselben der Schwefelwasserstoff bei der Atmung dieselbe Rolle spielt, wie bei den übrigen Organismen die Kohlenstoffverbindungen. Die zweite Familie ist durch einen Bakteriopurpurin genannten Farbstoff, über dessen Funktion noch keine zuverlässigen Untersuchungen vorliegen, ausgezeichnet.

Betrachten wir zunächst jetzt den Boden als Träger von Bakterien. Ausser diesen finden wir im Boden noch mancherlei andere Mikroorganismen, die für die biologischen Prozesse in demselben von Bedeutung sind. Die wichtigsten Vertreter dieser kleinen Lebewesen gehören zu den Schimmelpilzen und zu den Hefearten; auch tierische Organismen sind von Bedeutung; ferner verdienen die den Bakterien nahe verwandten Spaltalgen hier besondere Erwähnung.

Schon in der Mitte des 8. Dezenniums des vergangenen Jahrhunderts haben Birch-Hirschfeld und von Fodor, allerdings mit ungenügenden Hilfsmitteln den Boden auf seinen Bakteriengehalt untersucht. Sie fanden, dass schon in wenigen Milligrammen der oberflächlichen Bodenschichten Bakterien enthalten sind, während die in einer Tiefe von vier Metern entnommenen Proben meist

steril waren. Sie beobachteten auch schon, dass die im Boden vorkommenden Spaltpilze meistens zu den Stäbchenbakterien gehören. In die Tiefe gelangen die Bakterien unter normalen Umständen, wie bereits von Fodor durch Versuche nachgewiesen hat, sehr schwer. Um Bodenproben vollständig rein aus beliebiger Tiefe zur bakteriologischen Untersuchung, die zur Erzielung sorgfältiger Resultate sofort nach Entnahme ausgeführt werden muss, holen zu können, sind verschiedene Instrumente konstruiert worden. Das bekannteste ist wohl das von E. Fränkel angegebene. Dieser sogenannte Röhrenbohrer hat unten einen circa 12 cm langen, 2 cm tiefen mit einer Hülse verschliessbaren, löffelförmigen Ausschnitt zur Aufnahme der Erdprobe. Die Hülse ist so konstruiert, dass sie sich bei Linksdrehung schliesst, bei Rechtsdrehung öffnet.

Um die Zahl der in einer Bodenprobe vorhandenen Bakterienkeime zu bestimmen, geht man in der Regel in der Weise vor, dass man eine abgemessene, kleine Quantität ($^1/_{50}$ ccm) des Materials in ein Reagenzröhrchen mit geschmolzener Nährgelatine einfüllt, die Probe dann gründlich in der Gelatine verteilt und die letztere durch Drehung des Röhrchens in geeigneter Lage an dessen Wandungen nach der Esmarch'schen Methode ausrollt. Bei sehr keimreichen Erdproben empfiehlt es sich, eine grössere Menge in einer bestimmten Quantität Wasser durch Schütteln zu verteilen und davon erst einen Bruchteil in die Gelatine zu bringen. Diese letztere wird nach der vielfach variierten Vorschrift von Robert Koch in folgender Weise dargestellt. In Fleischwasser, das man durch 24stündiges Macerieren von feingehacktem, möglichst fettfreiem Rindfleisch mit seinem doppelten Gewicht Wasser und vorsichtiges Auspressen gewonnen hat, löst man 10 % Gelatine, 1 % Pepton und $^1/_2$ % Kochsalz. Neuerdings verwendet man auch mit Bodeninfus hergestellte Nährböden. Aber sowohl diese wie die gewöhnliche Nährgelatine haben den Nachteil, dass viele Bodenbakterien auf denselben nicht wachsen. Wir werden in den sog. Nitrifikationsorganismen z. B. Bakterien kennen lernen, die auf Nährböden mit löslichen organischen Verbindungen überhaupt nicht zu gedeihen vermögen. Wenn auf diese Weise die quantitative bakteriologische Bodenuntersuchung auf Schwierigkeiten stösst, so ist dies bei der qualitativen noch mehr der Fall, da es bei sehr vielen Kolonien

oft ausserordentlich schwierig ist, eine sichere Diagnose zu stellen. Neuerdings hat Gottheil in allerdings richtiger Erkenntnis, dass die Systematik der Bodenbakterien noch sehr mangelhaft ist, in dankenswerter Weise versucht, etwas mehr Sicherheit und Klarheit in die Verhältnisse zu bringen. In wie weit ihm dies gelungen ist, wird die Zukunft zeigen.

Wie bereits erwähnt, nimmt die Zahl der Bakterien nach der Tiefe rasch ab, und zwar ist diese Abnahme zuerst eine allmähliche bis etwa $1^1/_4$ m. Dort wird dieselbe plötzlich eine sehr rapide, so dass schon wenige Decimeter tiefer der Boden fast vollständig keimfrei angetroffen wird. Die Schichte des Grundwassers ist gewöhnlich keimfrei. Im allgemeinen finden sich an der Oberfläche mehr aërobe, der Tiefe zu mehr anaërobe Arten. Folgende im Jahre 1886/87 von E. Fränkel mit Boden aus der Umgebung von Potsdam erhaltenen Zahlen mögen hier mitgeteilt sein.

Tiefe der Boden-schicht	Menge der in 1 ccm etwa vorhandenen Bakterienkeime								
	24. April	27. Mai	12. Juni	9. Juli	14. August	4. Sept.	2 Oktober	8. Nov.	16. März
Oberfläche . .	—	150000	110000	—	300000	95000	130000	55000	80000
$^1/_2$ Meter . .	70000	200000	90000	—	240000	65000	100000	75000	85000
$^3/_4$ „ . .	250000	—	—	—	40200	3000	—	8000	—
1 „ . .	1000	2000	2000	4300	80000	600	40000	7000	3000
$1^1/_2$ „ . .	200	15000	2000	400	500	700	600	200	300
2 „ . .	—	2000	600	300	400	—	700	100	200
$2^1/_2$ „ . .	250	500	700	—	100	—	150	—	150
3 „ . .	—	3000	100	—	—	150	—	1500	100
$3^1/_2$ „ . .	—	—	800	—	—	100	1400	50	700
4 „ . .	—	—	150	300	—	—	600	—	—

Die Zahlen, die natürlich keinerlei Anspruch auf absolute Zuverlässigkeit haben, zeigen uns ferner, dass der Bakteriengehalt des Bodens zu verschiedenen Jahreszeiten bedeutend wechselt, dass also das Klima einen nicht zu verkennenden Einfluss auf die Entwicklung der Bodenmikroorganismen hat. Ausserdem sind für den Gehalt an Art- und Individuenzahl noch andere Umstände von Bedeutung. Schon die Art, die Beschaffenheit und die Reaktion des Bodens spielen hierbei eine grosse Rolle; in sauren und nassen Moorböden z. B. treten die Bakterien überhaupt den Schimmelpilzen gegenüber zurück. Eine interessante Studie über das Vorkommen von Bakterien in verschiedenen Böden hat Fülles in der Nähe von Freiburg i. B. ausgeführt; er suchte neben der Zahl der vorhandenen Keime auch die Art derselben nach Möglichkeit festzustellen. Dabei zeigte es sich, dass die verschiedenen untersuchten Wiesen- und Walderden das bunteste Gemenge von Bakterien enthielten, regelmässiger waren die Verhältnisse bei Weinberg- und bei Ackererde. In verschiedenen Tiefen fand Fülles einen deutlichen Unterschied der Arten. Eine auffallende Regelmässigkeit und Einfachheit zeigte die Bakterienflora auf grösseren Höhen des Schwarzwalds. Fülles beobachtete bei Bodenproben von dem Gipfel des Rosskopfs und des Schauinsland fast stets nur ein Gemenge des Heubazillus (Bacillus subtilis) (Fig. 1) und des Wurzelbazillus (Bacillus mycoides). Im allgemeinen zeigte sich der Waldboden am ärmsten an Bakterien; es folgte dann die Weinbergerde, hierauf der Wiesengrund und schliesslich der Ackerboden. In stark verschmutzten Böden in der Nähe von Wohnungen sind die Bakterien in der Regel überaus zahlreich vorhanden. So fand A. Maggiora in einem Gramm einer Bodenprobe, die er einem Turiner Strassendamm entnommen hatte, 78 Millionen Bakterien. Im allgemeinen dürfte der Bakteriengehalt des Bodens proportional seinem Gehalt an organischer Substanz sein.

Besondere Erwähnung verdient die in ihren Ursachen nicht genügend aufgeklärte Tatsache, dass gewisse Arten plötzlich in grosser Menge auftreten und ebenso rasch wieder verschwinden, um entweder dem gewöhnlichen Bakteriengemisch zu weichen oder aber durch eine andere stark verbreitete Art ersetzt zu werden. Diese Erscheinung ist besonders in epidemiologischer Beziehung von grossem Interesse.

Über den Einfluss des Pflanzenbestandes auf die Bakterienflora des Bodens unter sonst gleichen Bedingungen sind die Ansichten geteilt. Während Caron auf Grund von Untersuchungen auf seinem Gut Ellenbach angibt, dass der Bakteriengehalt am grössten ist nach der Schwarzbrache, der die Hackfrüchte und dann der Klee folgen und die Halmfrüchte mit dem geringsten Bakteriengehalte am Schluss stehen, behauptet Remy gestützt auf diesbezügliche Versuche, dass sich nirgend ein bestimmter Einfluss der angebauten Pflanzen auf die Bakterienflora des Bodens nachweisen lasse. Neuerdings hat man auch versucht, aus dem Bakteriengehalte des Bodens auf dessen Fruchtbarkeit Schlüsse zu ziehen. Remy, der diese Frage näher verfolgt hat, ist zur Ansicht gelangt, dass aus dem Bakteriengehalt ein einigermassen sicheres Urteil über den Zustand eines Bodens nicht gewonnen werden könne. Ein zahlreicher Bakterienstand, meint Remy, sei wohl als ein erwünschtes Symptom zu betrachten, welches im Gefolge, bezw. als Begleiterscheinung sorgsamer Bodenkultur aufzutreten pflege; doch die Frage, inwieweit der grossen Bakterienzahl Bedeutung als Ursache der Bodenfruchtbarkeit zukomme, lasse sich an der Hand von Zählungen natürlich nicht entscheiden.

Wie gelangen nun die Bakterien in den Boden?

Von aussen her durch die Luft, durch das Wasser, durch die Dungstoffe, durch Tiere und Pflanzen, bei letzteren hauptsächlich mit den Samen. Auch in sogenannten jungfräulichen Boden gelangen Bakterien und andere Mikroorganismen auf diese Weise. Bei der Bildung der Böden durch Verwitterung und der Umwandlung von nacktem Sand in Heide spielt die Übertragung von Bakterien eine wichtige Rolle. Es wurde bereits einmal darauf hingewiesen, dass Luft, Wasser und Boden in bakterieller Beziehung in steter Wechselwirkung mit einander stehen. Der Haupt- und Stammsitz der meisten Bakterien ist aber stets der Boden; von ihm aus werden sie durch das Wasser und besonders durch die Luft überall hin verbreitet. Im praktischen Leben finden wir deshalb die Bakterien bald bei erwünschter, bald bei unerwünschter Tätigkeit. Bei der Bereitung von Brot, Butter, Käse, Getränken, Essig, in unsern Nahrungsmittelkonserven, bei der Fermentation des Tabaks, bei der Selbsterhitzung und der eventuellen Selbstentzündung von aufgehäuften Pflanzenstoffen, wie Heu, Baumwolle, Hopfen, in der Gerberei, bei der Zucker-

fabrikation, überall finden wir die Bakterien bald als angenehme oder unentbehrliche Helfer, bald als sehr unangenehme und schädliche Gäste. Auf die schlimmsten der letzteren, auf die pathogenen Bakterien, soweit sie im Boden vorzukommen pflegen, werden wir später noch besonders einzugehen haben. Hier wollen wir zunächst die Tätigkeit der Bakterien im Boden selbst verfolgen, die wir in eine physikalische, die Bodenstruktur beeinflussende und in eine chemische einteilen können. In ersterer Richtung hat Suringar interessante Beobachtungen gemacht, die sich allerdings auch auf andere Bodenmikroorganismen erstrecken. Er nimmt auf Grund seiner Versuche an, dass die sogenannte Krümelstruktur des Bodens in erster Linie das Produkt biologischer Vorgänge ist. Bereits vor Suringar hatte J. Behrens an die Wahrnehmung, dass Schimmelpilze in trockenem Tabakpulver eine krümelartige Struktur, wie sie der Ackerkrume eigen ist, erzeugten, die Vermutung geknüpft, dass die Gare des Bodens wenigstens zum Teil das Werk von Schimmelpilzen und Bakterien ist, welche die kleinsten Bodenteilchen untereinander zu grösseren Krümeln verbinden. Auch die Untersuchungen von Gräbner über die Entstehung der norddeutschen Heide, welche in der von Engler und Drude herausgegebenen Sammlung pflanzengeographischer Monographien veröffentlicht sind, haben in dieser Beziehung beachtenswerte Resultate ergeben. Gräbner geht nämlich bei Erörterung der Probleme der Heideforschung auch auf die Bedeutung der Mikroorganismen bei der Bildung der Heide aus nacktem Sand ein. Es kommt hierbei nach seinen Ausführungen ausschliesslich die Tätigkeit niederer Organismen in Frage, namentlich die von blaugrünen Algen (Schizophyceen), welche als Pioniere der Vegetation die losen Sandkörner fest verbinden, dadurch allmählich eine Bodendecke schaffend, die auch andere Pflanzen aufzunehmen vermag.

Von Bedeutung für die physikalische Beschaffenheit des Bodens sind die Mikroorganismen auch durch ihren Gasaustausch und die günstige Wirkung des Stalldüngers auf die Beschaffenheit des Bodens, dürfte nicht in letzter Linie auf dieser Ursache beruhen; unter Umständen dürften sie ferner bis zu einem gewissen Grad Einfluss auf die Bodentemperatur haben.

Wenden wir uns nun zur chemischen Tätigkeit der Bakterien im Boden; sie erstreckt sich sowohl auf dessen anorganische,

wie auf dessen organische Bestandteile, vorwiegend aber auf die letzteren. Bei dem organischen Kreislauf der Natur sehen wir die Bakterien überall als Helfer und Vermittler und der Kreislauf des Stickstoffs ist, wie wir nach den bisherigen Untersuchungen wenigstens annehmen müssen, ausschliesslich ihr Werk. Dass das Absorptionsvermögen des Bodens für organische Stoffe und seine Bindekraft durch einen hohen Bakteriengehalt erhöht wird, ist bekannt. Die Einwirkung der Bakterien auf die anorganischen Bodenbestandteile erstreckt sich hauptsächlich auf die Karbonate, Phosphate, Sulfate des Calciums und des Magnesiums sowie auf die Silicate der Alkalimetalle. Diese Fähigkeit der Bakterien macht dieselben, es sei dies hier nebenbei bemerkt, auch zu Mitarbeitern bei manchen geologischen Vorgängen unserer Erde.

Weitgehend und tief eingreifend ist ihre Einwirkung auf die organischen Bestandteile des Bodens. Fällt ihnen doch vor allem die Aufräumung und Mineralisierung der tierischen und pflanzlichen Leichen zu, ohne welche der organische Kreislauf alsbald ins Stocken geraten müsste. Wir werden die hier in Betracht kommenden organischen Verbindungen in stickstoffhaltige und in stickstofffreie einteilen und die einzelnen Körperklassen mit den entsprechenden Bakteriengruppen nach Möglichkeit einzeln verfolgen.

Zuerst wollen wir die Bodenbakterien in ihrer gewaltigen und wichtigen Arbeit beim Kreislauf des Stickstoffs näher betrachten. Dabei können wir fünf Bakteriengruppen unterscheiden, von welchen die Angehörigen der ersten Gruppe insofern die grösste Bedeutung haben, weil fast sämtlicher gebundener Stickstoff unseres Planeten durch sie festgelegt wird und die bei den übrigen vier Gruppen in Betracht kommenden Stickstoffverbindungen den Vertretern der ersten ihre Entstehung verdanken.

Erste Gruppe: Die stickstoffbindenden Bakterien; sie vermögen den freien Stickstoff der Atmosphäre zu assimilieren und den Kulturpflanzen nutzbar zu machen.

Zweite Gruppe: Die Ammoniakbildner; sie liefern bei ihrem Lebensprozess aus stickstoffhaltigen organischen Substanzen Ammoniak.

Dritte Gruppe: Die Nitrosobakterien; sie oxydieren das Ammoniak zu salpetriger Säure; man nennt sie zusammen mit der nächstfolgenden Gruppe Nitrifikationsorganismen.

Vierte Gruppe: Die Nitrobakterien; sie oxydieren die salpetrige Säure zu Salpetersäure.

Fünfte Gruppe: Die Denitrifikationsbakterien; sie reduzieren Salpeter und salpetrige Säure unter Ausscheidung von Stickstoff.

Wenden wir uns nun zu den Vertretern unserer ersten Gruppe, die den sonst so schwer zugänglichen und so passiv sich verhaltenden elementaren Stickstoff der Atmosphäre, dieser unerschöpflichen Stickstoffquelle bei ihrem Stoffwechsel festzulegen im stande sind. Wir kennen bisher nur einen rein anorganischen Vorgang in der Natur, bei welchem freier Stickstoff in nennenswerter Menge in gebundenem Zustand übergeführt wird, nämlich beim Durchschlagen des elektrischen Funkens durch ein Gemisch von Stickstoff, Sauerstoff und Wassergas wie dies bei Gewittern der Fall ist und wobei salpetrigsaures und salpetersaures Ammonium gebildet wird, das mit den atmosphärischen Niederschlägen auf den Boden fällt. Die auf diese Weise in den Boden gelangenden Stickstoffverbindungen sind indes so gering, dass sie in keiner Weise genügen würden, den Stickstoffbedarf unserer Kulturpflanzen zu decken. Auch das natürlich vorkommende Kalium-, Natrium- und Calciumnitrat ist auf biologischem Wege entstanden. Neuerdings hat sich die Technik mit dem Problem, den Luftstickstoff auf elektrischem Wege in gebundenem Zustand zu gewinnen, beschäftigt. Inwieweit dieser Weg zu dem heiss ersehnten Ziele führen und inwieweit die Elektrizität den Bodenbakterien Konkurrenz zu machen im stande ist, darüber lässt sich bei den noch im Versuchsstadium befindlichen Bemühungen zur Zeit noch nichts sagen. Erwähnt sei indes noch, dass sich in Amerika in der Atmosphäric Products Company eine Gesellschaft gegründet hat, welche einen Teil der Kräfte des Niagara zur Oxydation des Luftstickstoffs auf elektrischem Wege auszunützen sucht. Zu diesem Zwecke wird die atmosphärische Luft durch einen zylinderförmigen Apparat getrieben, der 414000 elektrische Funken in der Minute erzeugt. Ein Teil des Stickstoffs wird oxydiert und durch Auffangen in Soda- oder Pottaschelösung als Nitrit oder Nitrat gewonnen. Neuerdings wird das Reaktionsprodukt in Schwefelsäure aufgefangen und in Form von Nitroschwefelsäure gewonnen. Nach den in letzter Zeit veröffentlichten Versuchen über die Oxydation des Stickstoffs in der elektrischen Flamme von W. Muthmann und H. Hofer ist die Menge des oxydierten

Stickstoffs ungefähr proportional der Geschwindigkeit des Luftstroms und dem Druck, unter welchem dieser Luftstrom steht, umgekehrt proportional der Entfernung der Elektroden infolge der höheren Temperatur der elektrischen Flamme und dem rascheren Wechsel des Stromes.*

Bei den stickstoffbindenden Bakterien haben wir frei im Boden lebende und in Gemeinschaft (Symbiose) mit andern höheren Pflanzen lebende (Knöllchenbakterien) zu unterscheiden. Betrachten wir zunächst die ersteren.

Der Nachweis, dass in unbebautem Boden eine Bindung und Festlegung des Stickstoffs der Luft und zwar durch Mikroben stattfindet, ist das Verdienst von Berthelot, der im Jahre 1885 die ersten diesbezüglichen Beobachtungen machte. Der Beweis, dass es sich hierbei um biologische Vorgänge handelt, lieferte die einfache Operation der Sterilisation, nach welcher eine Stickstoffzunahme im Boden ausblieb. Sehr interessant war sodann ein Versuch von Déhérain, welcher zeigte, dass in einem kräftig nitrifizierenden Boden, dessen Stickstoffgehalt in sieben Monaten von 1,72 g auf 2,29 g pro 1 kg bei richtiger Versuchsanstellung stieg. Dass in der Ackererde von den Bodenmikroorganismen nur die Bakterien die Fähigkeit, den Luftstickstoff zu binden, besitzen, haben zuerst Berthelot und Kossowitz nachgewiesen. Ersterer

* In letzter Zeit hat sich in Berlin eine Gesellschaft unter der Leitung der Firma Siemens und Halske zur technischen Gewinnung von Stickstoffverbindungen aus der Luft gebildet. Durch Pressen von Luft, die durch Leiten über metallisches Kupfer zum grössten Teil von ihrem Sauerstoffgehalt befreit ist, in geschmolzenes Calciumcarbid bildet sich Calciumcyanamid (CN . N . Ca). Die gleiche Verbindung, der man den Namen Kalkstickstoff gegeben hat, entsteht, wenn man in die mittelst des elektrischen Stromes geschmolzene Mischung von Kohle und kohlensaurem Kalk, das Ausgangsmaterial des Carbids, Stickstoff leitet. Der Kalkstickstoff, der nach den Versuchen von M. Gerlach und P. Wagner bereits selbst einen hohen Wert als Stickstoffdünger für unsere Kulturpflanzen hat, liefert bei der Behandlung mit überhitztem Wasserdampf Ammoniak, so dass nach der Ansicht der beiden Forscher auf diese Weise die Gewinnung von Ammoniakverbindungen in unbegrenzter Menge ermöglicht ist. Es sei hier auch noch an die Nitride erinnert, die bei der Zersetzung ebenfalls Ammoniak liefern und die vielleicht einmal Bedeutung für dessen technische Darstellung gewinnen können. Besonders das Stickstoffmagnesium Mg_3N_2, das sich leicht durch Leiten von Stickstoff über Magnesiumfeile bei Rotglut als grünlichgelbes Pulver darstellen lässt und das mit Wasser in Ammoniak und Magnesiumoxydhydrat zerfällt, hat bereits die Aufmerksamkeit auf sich gelenkt.

war es auch, der zuerst die Arten zu ermitteln suchte, welche diese merkwürdige Eigenschaft besitzen. Während er aber diese Fähigkeit verschiedenen Bodenbakterien zuschreibt, kam später Winogradsky, welchem genialen Forscher wir die bedeutendsten Untersuchungen auf dem Gebiete der Bodenbakteriologie verdanken, auf Grund seiner Untersuchungen zu dem Schlusse, dass nur das von ihm isolierte und als Clostridium Pasteurianum bezeichnete Bakterium dies zu tun vermag. Doch scheint es nach den neuesten Untersuchungen von Beyerinck, von Gerlach und Vogel und von Winogradsky selbst, dass Clostridium Pasteurianum nicht der einzige Organismus im Boden ist, der zur Stickstoffassimilation befähigt ist. Die wichtigsten Arbeiten Winogradskys über diesen Mikroorganismus sind in den Jahren 1895 bis 1900 erschienen. Seine schwierige Reinkultur gelang dem Forscher mit Hilfe der von ihm geschaffenen elektiven Kultur. Das Prinzip derselben besteht nach der Definition seines Schülers Omeliansky darin, dass man zunächst Bedingungen ausfindig macht, bei welchen der gewünschte Prozess am sichersten hervorgerufen und durch eine Reihe von Generationen mit den Eigenschaften und Intensität zu erhalten ist. Sind die Bedingungen richtig getroffen, so bewirkt die Kultur eine Auslese oder Selektion in dem Ausgangsmaterial in dem Sinne, dass die gesuchte Art bald die Oberhand gewinnt und die übrigen, denen das Substrat schlecht bekommt, bald verdrängt. Die Kulturen werden dann an der spezifischen Art so reich, dass es kaum Schwierigkeiten bietet, dieselben aufzudecken und ihre Eigenschaften zu studieren. Erst dann sucht man sie weiter zu reinigen und schliesslich zu isolieren.

Das Clostridium Pasteurianum ist ein streng anaërober, sporenbildender, mit geringer Bewegungsfähigkeit ausgestalteter, zu den Buttersäurefermenten gehörender Organismus. Er vermag in stickstoffreien Nährmedien zu leben unter Assimilation des atmosphärischen Stickstoffs, indem er Zucker in einem gewissen Verhältnis zur Stickstoffassimilation vergärt. Dabei dient ihm als Kraftquelle zur Assimilation des Stickstoffs die bei der Gärung des Zuckers frei werdende Energie.

Bemerkenswert ist, dass das, wie bereits erwähnt, streng anaërobe Clostridium Pasteurianum auch aërob gezüchtet werden kann, doch nur bei Gegenwart von andern aëroben, den Sauer-

stoff absorbierenden Mikroorganismen, ein Verhältnis, das wohl den natürlichen Bedingungen im Boden entspricht.

Im verflossenen Jahre hat Winogradsky eine genaue Darstellung der Morphologie der Clostridium Pasteurianum und seiner Eigenschaften als Buttersäureferment gegeben. Als beste Nährlösung verwendet Winogradsky eine solche von folgender Zusammensetzung:

Kaliumphosphat 1,0,
Magnesiumsulfat 0,2,
Chlornatrium, Eisensulfat, Mangansulfat sehr geringe Spuren.
Dextrose 20,0,
Destilliertes, ammoniakfreies Wasser 1 l.

Dieser Lösung wird frisch gewaschene Kreide im Überschuss zur Neutralisation der bei der Gärung entstehenden Säuren zu-

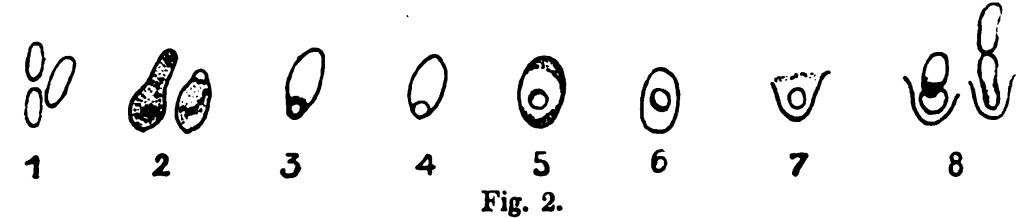


Fig. 2.
Clostridium Pasteurianum Winogradsky.
Schematische Figuren. Nach Winogradsky. Erklärung im Text.

gegeben. In einer solchen Nährlösung werden für 1 g vergorenen Zuckers $2^1/_2$—3 Milligramm Stickstoff gebunden.

Die Wichtigkeit und das grosse Interesse, welches das Clostridium Pasteurianum für Theorie und Praxis hat, rechtfertigt es wohl, dass wir dasselbe etwas näher betrachten, umsomehr, als dieser Bazillus nach Winogradskys Angaben einen der höchst differenzierten bakteriellen Organismen darstellt.

Winogradsky unterscheidet acht Stadien seines Entwicklungszyklus, die durch die beistehenden schematischen Figuren 1—8 illustriert werden; er beschreibt dieselben folgendermassen:

„Stadium 1. Junge Bazillen meistens 1,2—1,3 μ (1 μ = $^1/_{1000}$ mm) dick, 1,5—2 μ lang; bleiben bei günstigen Bedingungen gewöhnlich kurz infolge der wiederholten lebhaften Teilungen; sie sind meistens gerade, zylindrisch, mit abgestutzten Enden; färben sich rasch und intensiv mit gewöhnlichen basischen Anilinfarben. Jod lässt sie gelb. Das ist das Stadium der Vermehrung des Mikrobiums, das eigentliche Propagationsstadium. Dies dauert.

durch immerwährende Zweiteilungen neu entstehend, bis die Vermehrung und auch die Gärung ihren Höhepunkt erreicht hat. Mit dem Aufhören der Teilungen wird das nächste Stadium eingeleitet.

Stadium 2. Die verlängerten Stäbchen, statt sich zu teilen, haben sich zur Spindelform aufgebläht (daher die Bezeichnung Clostridium vom griechischen κλωστήρ, Spindel), in dem gleichzeitig ihr Plasma das charakteristische körnige Aussehen bekommt. Anilinfarben färben jetzt schwächer, durchsichtiger, dagegen ruft Jod die intensive violettbraune Färbung hervor.

Stadium 3. Es tritt an einem Pole der Spindel ein sporogenes Korn (in Einzahl) auf, das gleich bei seinem Auftreten die ovale Form der fertigen Sporen besitzt, doch kleiner ist; Methylenblau färbt es fast schwarz, die übrigen Teile der Zelle dagegen hellblau. Umgekehrt wird durch Jod der durch Methylenblau hell gefärbte Teil ganz dunkel violettbraun, das sporogene Korn fast farblos.

Stadium 4. Das sporogene Korn wird grösser und wendet sich ab; es färbt sich jetzt nur schwer mit gewöhnlichen Anilinfarben, behält aber schon etwas die Ziehlsche Färbung. Die Mutterzelle färbt sich noch mit Jod, aber schwächer.

Stadium 5. Die Spore bekommt ihre endgültige Grösse und liegt meistens nicht mehr polar, sondern mehr in der Mitte der Mutterzelle und ist mit einem hellen Hof umgeben. Jod gibt nur noch in der Peripherie einen schwachen violetten Saum oder gibt der Zelle ein eigentümliches marmoriertes oder gesprenkeltes Aussehen.

Stadium 6 beginnt mit dem Verschwinden der charakteristischen Jodfärbung. Die Spore ist reif und trotzdem zeigt die dieselbe umschliessende Mutterzelle keine Zeichen der Verquellung oder Zerstörung, wie man das so allgemein bei der endogenen Sporenbildung der Bazillen beobachtet; sie ist nunmehr mit einer hyalinen Substanz (um die Spore herum) gefüllt, immer aber scharf konturiert; die hyaline Substanz dagegen kaum. Nun wird, höchst wahrscheinlich durch die aufquellende „hyaline Substanz" die Membran der Mutterzelle an einem Pole gesprengt und weit geöffnet.

Stadium 7. Die reife Spore, 1,6 μ lang, 1,3 μ breit, liegt jetzt in einem abgerundet dreieckigen Gallertpolsterchen, der

„Sporenkapsel" eingebettet, das an zwei Seiten scharfe und an der dritten — der Öffnung — verwachsene Konturen zeigt. Am schärfsten treten die Verhältnisse hervor, wenn man die reifen Sporen nicht in Flüssigkeit, sondern in feuchter Luft untersucht, indem man also das Wasser von unten unter dem Deckglase wegsaugt oder fast austrocknen lässt. Es kann selbstverständlich kein Zweifel aufkommen, dass diese Sporenkapsel ein Produkt der Metamorphose der Mutterzelle ist. Sobald man frisch gereifte, sowie mehrere Jahre alte Sporen in frische, zuckerhaltige Nährlösung unter anaëroben Bedingungen bringt, beginnt sofort die Keimung, welche in ganz charakteristischer Weise erfolgt. Die Spore schwillt bedeutend an und wird als erstes Zeichen der beginnenden Keimung, durch wässriges Methylenblau oder Gentiana färbbar. Dann wird die Sporenwand an dem gegen die Kapselöffnung gerichteten Pole der Spore durchlöchert und das junge Stäbchen tritt, die Sporenwand zurücklassend, aus dieser und der Sporenkapsel heraus.

Stadium 8. Es ist bemerkenswert, dass die polare Keimung immer in der Richtung gegen die Kapselöffnung erfolgt, woraus zu erhellen scheint, dass diese Richtung von dem Bau der Sporenkapsel bestimmt wird. Manchmal beginnt das noch in der Kapsel teilweise steckende Stäbchen sich sofort zu teilen und auf diese Weise entstehen Bazillenpaare, sowie kurze Ketten, auf deren einem Ende die Sporenkapsel wie ein Fingerhut noch aufsitzt."

Wie diese Beschreibung zeigt, steht das Clostridium Pasteurianum den Amylobacter- und den Granulobacter-Arten morphologisch sehr nahe, nur in der Bildung und der Keimung der Sporen unterscheidet er sich von diesen so nahverwandten Formen. Das Clostridium Pasteurianum besitzt nach den Angaben Winogradskys zweifellos eine allerdings sehr begrenzte Schwärmfähigkeit. Wird der Organismus auf Kartoffeln oder Mohrrüben im Vacuum oder im sauerstoffreien Raume gezüchtet, so treten Involutionsformen, vermutlich infolge der gebildeten Fettsäuren auf. Setzt man die Kultur auf den bezeichneten Nährböden fort, so wachsen die Stäbchen immer mehr zu Fäden heran, während die Clostridium-Bildung und mit ihr die Sporenbildung zurücktritt. Endlich wird das Mikrobium gänzlich asporogen und es gelingt nicht wieder, die Fähigkeit Sporen zu erzeugen zu restituieren, es entsteht gleichsam eine asporogene Varietät. Nicht weniger interessant

ist, wie Winogradskys Untersuchungen zeigen, der Organismus in physiologischer Beziehung. Wie wir bereits erörtert, ist es ein obligat anaërobes Buttersäureferment mit der uns hier besonders wichtigen Eigenschaft, ohne gebundenen Stickstoff als Nahrung zu benötigen, den atmosphärischen Stickstoff assimilieren zu können.

Clostridium Pasteurianum gehört zu den am wenigsten polyphagen Buttersäurefermenten; es vermag nur Dextrose, Laevulose, Rohrzucker, Inulin, Galactose und Dextrin zu vergären. Dabei wird das Kohlehydrat unter fast ausschliesslicher Bildung von Buttersäure, Essigsäure, Kohlensäure und Wasserstoff gespalten. Auf die Fettsäuren entfallen dabei 42—45 % des Zuckers, wie sich Winogradsky ausdrückt, der Rest wird vergast. Als unbeständige Nebenprodukte treten geringe Mengen von verschiedenen Alkoholen und Spuren von Milchsäure auf. Eigentümlich ist, dass Clostridium Pasteurianum unter den gewöhnlichen Bedingungen eines anaëroben Gärversuchs gegen die Qualität der Stickstoffnahrung sehr empfindlich ist. In Gegenwart von Ammon als einziger Stickstoffquelle werden nur Dextrose, Rohrzucker und Inulin angegriffen.

Von den verschiedenen von Winogradsky ausgeführten Gärversuchen sei der folgende hier erwähnt:

40,0 Dextrose in 1000 ccm der oben angegebenen Salzlösung gelöst ergaben im Stickstoffstrome innerhalb 20 Tagen:

53,6 mg Gewinn an Stickstoff, davon entfallen auf den abfiltrierten Bodensatz 42,3 mg, auf das Filtrat selbst 11,3 mg. An flüchtigen Säuren, die nach Duclaux bestimmt wurden, waren 3,714 g Essigsäure und 14,164 g Buttersäure, insgesamt also 17,878 g erzeugt worden. Das Verhältnis der bei der Gärung auftretenden Gase, der Kohlensäure und des Wasserstoffs wechselt während deren Verlauf. So bestand das Gasgemisch bei einem Versuch am Anfang der Gärung aus 11,00 % Kohlensäure und 89,00 % Wasserstoff, während der Mitte aus 40,2 % Kohlensäure und 59,8 % Wasserstoff und am Schlusse aus 54,9 % Kohlensäure und 45,10 % Wasserstoff. Die Gärprodukte sind indes nicht konstant in den gegenseitigen Verhältnissen, sondern auch bei genau der gleichen Versuchsanstellung nach der Ausdrucksweise Winogradskys aus inneren Gründen verschieden. Auch über die Verbreitung des Clostridium Pasteurianum im Boden sind im Winogradskyschen

Institut Untersuchungen angestellt worden. Nach diesen findet man dasselbe nicht in jedem Boden. So konnte der Organismus in 18 aus verschiedenen Teilen Russlands stammenden Bodenproben nicht konstatiert werden. An seiner Stelle aber trat in diesen ein ähnliches, stickstoffassimilierendes Buttersäureferment auf, das Winogradsky ebenfalls als eine Clostridium-Art bezeichnet. Dieselbe konnte bisher nur unvollständig untersucht werden, da sie noch auf keinem festen Nährsubstrat gewachsen und deshalb ihre Reinkultur bis jetzt noch nicht gelungen ist.

Winogradsky ist der Ansicht, dass die beiden von ihm beobachteten Clostridium-Arten die einzigen Bodenbakterien sind. welche die Fähigkeit der Stickstoffassimilation besitzen. Im Gegensatz zu ihm schreibt Beyerinck diese Eigenschaft noch andern Missorganismen zu, diese als oligonitrophyle bezeichnend. Darunter versteht Beyerinck solche Mikroben, welche in freier Konkurrenz mit der übrigen Mikrobenwelt sich in Nährmedien entwickeln ohne absichtlich zugefügte Stickstoffverbindungen, aber auch ohne Entfernung der letzten Spuren derselben. Sie haben nach Beyerinck das Vermögen, den freien atmosphärischen Stickstoff binden und zu ihrer Ernährung verwenden zu können; es werden als solche Organismen nicht nur Bakterien, sondern auch niedere Algen bezeichnet. Beyerinck hat aus Gartenerde zwei oligonitrophyle Bakterien isoliert; den einen Organismus hat er als Azotobacter chroococcum, eine nach seinen späteren Ausführungen sehr variable Art, den andern als Azotobacter agilis bezeichnet.

Gerlach und Vogel haben aus verschiedenen Böden grosse Bazillen isoliert, welche die Eigenschaft der Stickstoffassimilation besitzen und die sie zur Azotobacter-Gruppe Beyerincks stellen. Ob diese eventuell mit den von Winogradsky aufgestellten stickstoffassimilierenden beiden Clostridium-Arten, von denen die zweite allerdings der näheren Untersuchung noch harrt, identisch sind oder ob es sich wirklich um verschiedene Organismen handelt, dürften erst eingehende Untersuchungen zeigen. Beyerinck hat dem bereits erwähnten Azotobacter chroococcum, den die Figur 3 in Reinkultur zeigt, zusammen mit A. van Delden eine grössere Studie gewidmet. Die beiden Forscher kommen zu dem Ergebnis, dass Azotobacter chroococcum in Reinkultur in einer stickstoffarmen Nährlösung nicht zu einer beträchtlichen Stickstoff-

assimilation befähigt ist und dass dessen Wachstum und Vermehrung darin, trotzdem die Kohlenstoffquelle noch lange nicht erschöpft ist, bald aufhört. Sie ziehen daraus den Schluss, dass die Vermehrung des Organismus in sogenannten Rohkulturen, d. h. zusammen mit andern Bodenmikroorganismen, die mit dem vollständigen Verbrauch der Kohlenstoffnahrung und Stickstoffbindung begleitet ist, auf der Symbiose mit anderen Mikroben beruhe. Die Symbionten werden in sporenbildende, zur Gattung Granulobacter gehörende, und in sporenlose unterschieden, wovon Aërobacter aërogenes und Bazillus radiobacter, eine als neu und als formenreich bezeichnete Art, in ihrem Verhalten weiter verfolgt werden.

Alle Granulobacter-Arten, sowohl die aëroben, wie die anaëroben besitzen nach der Angabe von Beyerinck an und für sich schon die Fähigkeit, den freien Stickstoff zu binden; doch zeigen sie erst bei der Symbiose mit Azotobacter chroococcum ihre Fähigkeit in dieser Beziehung in Vollendung. Aërobacter aërogenes und Bacillus Radiobacter dagegen können in Reinkultur keinen Stickstoff binden, erlangen diese Fähigkeit aber bei der Symbiose mit Azotobacter chroococcum. Über die Symbiose von Granulobacter-Arten und Azotobacter chroococcum bemerken die Forscher, dass die Anzahl der Granulobacter-Bazillen, welche in der Nährlösung zum üppigen Wachstum von Azotobacter genügen, so gering sei, dass man sie zwischen den Tausenden Azotobacterzellen mikroskopisch nur schwierig finden könne. Daraus schliessen sie: „Es scheint ausgeschlossen, dass die Bedeutung der Symbiose mit Azotobacter chroococcum für die stickstoffbindenden Bakterien ausschliesslich in einer Herabsetzung des Sauerstoffdrucks durch das intensive Wachstum der letzteren gelegen sein kann, obschon es feststeht, dass diese Herabsetzung für die Stickstoffbindung, wenigstens für Granulobacter sicher günstig ist.“



Fig. 3.
Azotobacter chroococcum Beyerinck.
Bakterien aus einer jungen Kultur nach 24 Stunden; nach dem Photogramm Beyerincks gezeichnet. 1000fache Vergr.

Man müsste daraus die Folgerung ziehen, dass das erste Assimilationsprodukt des freien Stickstoffs eine Stickstoffverbindung ist, welche in der Flüssigkeit ausserhalb der erzeugenden Bakterien in freiem Zustand vorkommt und für alle diejenigen

Mikroben oder andere Organismen erreichbar ist, welche damit ihr Stickstoffbedürfnis befriedigen können, so dass hier der eine Organismus (Bakterie) die Leguminose vertreten würde. Welcher Art dieses Stickstoffassimilationsprodukt ist, kann man sich zur Zeit nur in beweislosen Vermutungen ergehen.

Aus diesen Untersuchungen, deren Richtigkeit vorausgesetzt, müssen wir den wichtigen Schluss ziehen, dass die sogenannten oligonitrophylen Mikroorganismen das von den Buttersäurebakterien, denen Beyerinck ganz allgemein das Stickstoffbindungsvermögen zuschreibt, erzeugte Stickstoffassimilationsprodukt in sich aufnehmen, während die stickstoffbindenden Organismen dies selbst gar nicht oder nur in ganz bescheidenem Masse zu tun vermögen. Nur das Clostridium Pasteurianum soll hierin eine wesentliche Ausnahme machen, indem es sein Stickstoffassimilationsprodukt selbst aufzunehmen vermag. Diese Eigenschaft soll nun Azotobacter chroococcum, das im Boden nach Beyerinck und van Delden ganz allgemein vorkommt, in ganz hervorragender Weise besitzen und zwar soll der gebundene Stickstoff in Azotobacter chroococcum in der Hauptsache als Protoplasma gegenwärtig sein. Im Boden soll nun nach den weiteren Ausführungen von Beyerinck und van Delden „dieses Bakterieneiweiss durch andere Bakterien zu Ammonsalz abgebrochen werden,“ das dann durch die Nitrifikationsorganismen in Nitrat übergeführt würde; auf diese Weise würde also in kurzer Zeit der freie atmosphärische Stickstoff in Nitrat verwandelt.

Für die Stickstoffgabe ist aber nach den allerdings sehr hypothetisch ersheinenden Ausführungen der Azotobacter chroococcum und seine Analogen zu uns unbekannten Gegendiensten den stickstoffbindenden Bakterien gegenüber verpflichtet, so dass also nur in dieser Symbiose und in der dazu nötigen Akkomodation der beiden Organismen die Stickstoffestlegung stattfinden kann und damit ein ähnliches Verhältnis existiert wie bei den Knöllchenbakterien der Leguminosen.

Diesen Angaben und Schlussfolgerungen Beyerincks und van Delden haben Gerlach und Vogel widersprochen. Sie sind auf Grund ihrer Beobachtungen wieder zu dem bereits oben angeführten Ergebnis gelangt, dass Azotobacter chroococcum in Reinkultur zur Stickstoffassimilation befähigt ist. Diese soll nach der Ansicht der beiden Forscher im Innern des Bakterienleibes

durch direkte Anlagerung des elementaren Stickstoffs an organische Kohlenstoffverbindungen erfolgen. Die auf diese Weise gebildeten stickstoffhaltigen Stoffe sollen dann in der Zelle in Eiweiss übergeführt werden, das erst nach dem Absterben der Bakterien in gewöhnlicher Weise abgebaut und in Verbindungen übergeführt würde, die auch unseren Kulturgewächsen bei ihrer Ernährung zugänglich sind.

Wenden wir uns jetzt zur Stickstoffbindung durch die Knöllchenbakterien der Leguminosen. Schon die alten Römer wussten, dass Hülsenfrüchte den Boden verbessern und der bekannte und verdiente Schultz-Lupitz hat in richtiger Erkenntnis der grossen Bedeutung derselben, speziell für die Kultur leichter Böden die Gründüngung mit Leguminosen in sein Wirtschaftssystem mit bestem Erfolg eingeführt. Es war sodann das grosse Verdienst von Hellriegel und Willfahrt, gezeigt zu haben, dass die Hülsenfrüchte betreffs der Stickstoffernährung sich anders verhalten, wie die Halmfrüchte, dass die ersteren im Gegensatz zu den letzteren den Stickstoff der Luft zu ihrer Ernährung zu verwenden vermögen und dass sie an ihren Wurzeln normal kleinere oder grössere Anschwellungen, Knöllchen besitzen (vergl. Fig. 4 und 5) von deren Zahl und Ausbildung das Gedeihen der ganzen Pflanze abhängt. Die diesbezüglichen klassischen Untersuchungen sind in den Jahren 1884—1886 ausgeführt. Woronin hatte 1866 zuerst erkannt, dass im Innern der Zellen dieser Knöllchen massenhaft Bakterien leben, deren erste Reinkultur Beyerinck 1888 auf Leguminosenblätterabsud-Gelatine gelang. Prazmowski, dem wir wichtige Untersuchungen über das Eindringen der Bakterien in die Wurzel und über die Entwickelung der Knöllchen verdanken, erzeugte einige Jahre später mit Reinkulturen an Hülsenfrüchten typische Wurzelknöllchen. Dass diese, die bereits von Malpighi im Jahre 1687 erwähnt werden, in sterilisiertem Boden nicht erscheinen, hat zuerst Frank konstatiert. Es ist nicht möglich, hier weiter auf die vielseitige und interessante Literatur über die Wurzelknöllchen der Leguminosen einzugehen. Eine verdienstliche Zusammenstellung derselben, sowie über die Assimilation des freien elementaren Stickstoffs überhaupt hat E. Jacobitz im VII. Bande (1901) der zweiten Abteilung des Zentralblattes für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten Seite 783 u. f. gegeben.

Die in den Wurzelknöllchen der Hülsenfrüchte lebenden Bakterien dürften, wie zuerst Beyerinck angenommen hat, wohl alle der von diesem als Bacillus radicicola bezeichneten Stammart angehören. Vielfach ist diese Frage erörtert und verfolgt worden, besonders Nobbe und Hiltner haben sich eingehend damit beschäftigt. In letzter Zeit hat Buhlert diesbezügliche Untersuchungen mit folgendem Ergebnis ausgeführt:



Fig. 4.

Wurzeln mit Bakterienknöllchen.

a. Keimpflanze der Futterwicke (Vicia sativa).
b. Keimpflanze der Erbse (Pisum sativum).
c. Robinie (Robinia Pseud-Acacia)
I. Wurzel mit jungen Knöllchen.
II. Alte Knöllchen.
d. Schwarz-Erle (Alnus glutinosa).
1/2 der natürl. Grösse. Nach der Natur gezeichnet von Rudolf Dittmann.

1. Die Bakterien der Leguminosenknöllchen gehören sämtlich einer Art Bacillus radicicola Beyerinck an.

2. Die aus den Knöllchen einer bestimmten Leguminosenspecies stammenden Bakterien sind gerade dieser Art scharf angepasst.

3. Wegen dieser Anpassung an die Art kann eine gegenseitige Vertretung der Bakterien, die von der Arteinheit abgeleitet werden müsste, nicht ohne weiteres statthaben.

Demnach würden wir also die den einzelnen Leguminosenspezies angepassten Bakterien als Rassen einer Stammart auffassen müssen. Allerdings fehlt es nicht an Forschern, die auf Grund von Untersuchungen dieser Ansicht widersprechen. So behauptet Déhérain, dass die Wurzelknöllchen der gelben Lupine von nur für diese spezifischen, von denen der blauen und weissen Lupine verschiedenen Bakterien erzeugt werden, aus welchem Grunde die Einführung der Kultur der gelben Lupine auf Böden, die noch nie vorher damit bebaut gewesen, auf grosse Schwierigkeiten stosse. Auch Thiele zieht aus der Beobachtung, dass in demselben Boden perennierende Lupinen unter normaler Knöllchenbildung sich gut entwickelten, während einjährige Lupinen nicht gediehen, den Schluss, dass die für die letzteren spezifischen von denen der mehrjährigen Lupine verschiedenen Bakterien nicht vorhanden waren. Es ist also trotz der vielen, über die Knöllchenbakterien ausgeführten Arbeiten die Frage noch nicht als gelöst anzusehen.

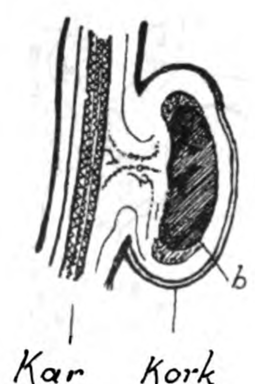


Fig. 5.
Längsschnitt eines jungen Lupinenknöllchens mit Bakteriengewebe (b).
Kar: Gefässbündel,
Kork: Korkgewebe.
(Nach Tschirch.)

Im Boden sind die Organismen, wie wir aus dem Gedeihen der Hülsenfrüchte in den meisten Böden schliessen müssen, jedenfalls sehr weit verbreitet; wo sie nicht vorhanden sind, gedeihen auch keine Leguminosen. Man kann diesem Übelstand durch Übertragung von Erde, der sogenannten Impferde aus Feldern, auf denen Leguminosen gut gedeihen und die man als leguminosensicher bezeichnet, oder durch Impfung der betreffenden Äcker mit Wurzelknöllchen-Reinkulturen in der Regel abhelfen.

Verfolgen wir nun diese überaus wichtigen und merkwürdigen Organismen und ihr Verhalten bei künstlicher Kultur und im Boden, soweit die Verhältnisse in letzterer Beziehung erforscht sind; allerdings harrt hier trotz der vielen Untersuchungen über diese Bakterien noch mancher Punkt der Aufklärung. Wie bereits erwähnt, gedeihen die Mikroben auf künstlichen Nährböden von passender Zusammensetzung; am besten hat sich hier ein Absud von Leguminosenblättern mit 7 % Gelatine ½ % Rohr-

zucker und $^1/_4$ % Asparagin bewährt. Die Kolonien sind nach Migula ziemlich gross, trübe, weiss, durchscheinend feucht, rundlich oder unregelmässig umrandet von wenig charakteristischem Aussehen. Unter dem Mikroskop sind sie glatt, fast strukturlos erscheinend; die Kolonien verflüssigen Gelatine nicht. Beyerinck beobachtete in diesen künstlichen Kulturen zweierlei Gebilde, kleine, sehr bewegliche, die er als Schwärmer bezeichnet, die jedoch von andern Forschern in der Kultur nicht gefunden werden konnten, und grosse Stäbchen. Diese letzteren haben nicht immer die regelmässige Stäbchenform, häufig zeigen sie gelappte Formen und verschiedenartige, gabelige Verzweigungen, wie sie in den Zellen der Wurzelknöllchen lebenden Bakterien eigen sind. (Vergl. Fig. 7 v, x, y.) Man hat sie als Bakteroiden bezeichnet und als Involutionsformen aufgefasst. Ihre Bildung soll nach den Beobachtungen von Hiltner und Stutzer durch Zusatz von Leguminosenwurzelextrakt sowie von organischen Säuren und sauren phosphorsauren Salzen begünstigt werden. Im Boden sollen nun die bereits erwähnten Schwärmer angelockt durch von den Wurzelhaaren ausgeschiedene Stoffe sich an den letzteren ansammeln, sie ihrerseits alsbald durch Ausscheidungen zu eigentümlichen Verkrümmungen und Verzerrungen veranlassend. Die Schwärmer gelangen dann durch die so gelockerte Membran der Wurzelhaare in dieselben, wo sie sich alsbald vermehren und die sogenannten Infektionsfäden (vergl. Fig. 6) erzeugen. Diese stellen Stränge von schleimumhüllten Bakterienkolonien dar, die

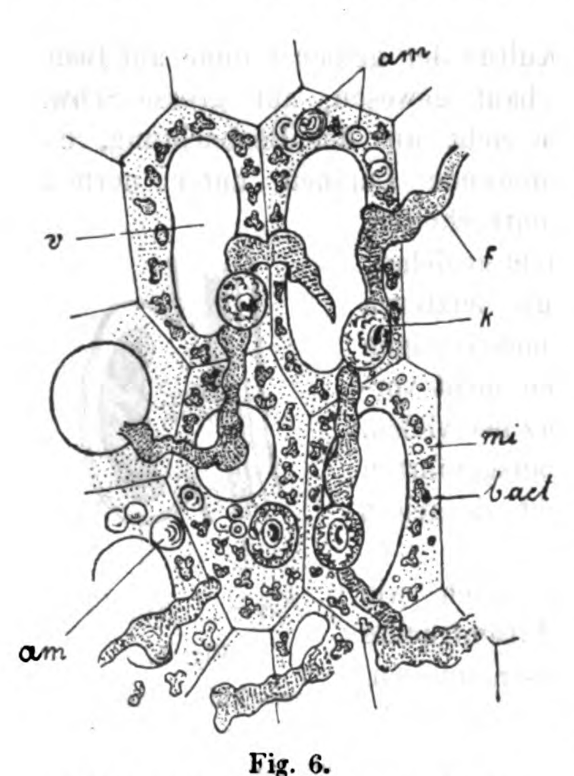


Fig. 6.
Schnitt durch das Bakteroiden-Gewebe von Lathyrus silvestris.
k. Zellkerne mit Kernkörperchen, am. Stärkekörner, mi. Mikrosomen, v. Vacuole, f. Infektionsfäden, bact. Bakteroiden. 400fache Vergr. Nach Beyerinck.

durch Verschmelzung der gequollenen äusseren Membranschicht der an der Aussenseite dieser fadenförmigen Kolonien befindlichen Bakterien gebildet wird. Der Infektionsfaden dringt nach Durchwachsung des Wurzelhaars in die Rindenzellen der Wurzeln ein, unter eigener Vermehrung diese zu lebhafter Vermehrung anregend, deren Produkt die bekannten Wurzelknöllchen darstellen. In den grossen Zellen des sogenannten Bakteroidengewebes (vergl. Fig. 6 und 7) nehmen die Bakterien die uns bereits bekannten als Bakteroiden bezeichneten Involutionsformen an. Bei manchen Leguminosen erfolgt die Knöllchenbildung ohne Infektionsfaden durch einzelne direkt nach dem Eindringen in die Wurzelhaare vorwärts dringende Bakterien.

Wie gestaltet sich nun das Verhältnis zwischen Wirt und Gast, zwischen der Leguminose und den Bakterien? Die erstere liefert den ihre Gastfreundschaft geniessenden Spaltpilzen Zucker und wahrscheinlich noch andere Nährstoffe zu ihrer Ernährung, die Bakterien verwenden die bei der Zersetzung des Zuckers freiwerdende Energie zur Fixierung des Stickstoffs, von dem die Wirtpflanze einen grossen Teil in für sie brauchbarer Form als Gegengabe empfängt. Bei diesem Verhältnis gedeihen beide Symbionten sehr gut und der Boden kann auf diese Weise eine schätzenswerte Stickstoffbereicherung erfahren.

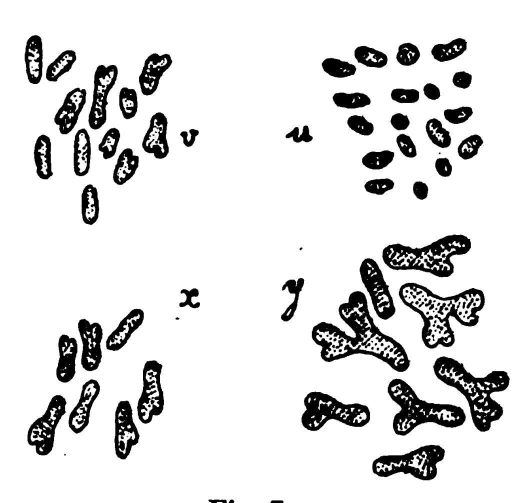


Fig. 7.
Bakterien und Bakteroiden aus einem Wurzelknöllchen von Vicia sativa.
700fache Vergr. Nach Beyerinck.

Ausser bei den Leguminosen, von welchen bisher nur Gleditschia frei von Wurzelknöllchen gefunden wurde, hat man solche Gebilde noch bei der Erle, bei den Ziersträuchern Elaeagnus und Hippophaë, sowie bei Podocarpus, einer Konifere gefunden. Neuerdings hat dann A. Trotter noch bei der im Orient heimischen Datisca cannabina solche Wurzelanschwellungen beschrieben. Die Knöllchenpilze dieser Pflanzen sollen von denen der Leguminosen verschieden sein. Kurz berührt sei hier die vielfach diskutierte

Frage, ob ausser bei den erwähnten Pflanzen noch bei andern der freie atmosphärische Stickstoff durch die Vermittlung von Mikroorganismen in irgend einer Form nutzbar gemacht werden könne. Man hat vielfach die Anschauung vertreten, dass die Stickstoffassimilation mittels Symbiose zwischen Bakterien oder Fadenpilzen und höheren Pflanzen in der Natur sehr verbreitet sei. Besonders die von Frank zuerst beobachtete, von ihm als Mykorrhiza bezeichnete Umhüllung der feinen Wurzeln vieler Waldbäume, des Heidekrautes u. s. w. soll eine derartige Symbiose sein, bei welcher das Verhältnis zwischen Pilz und höherer Pflanze ähnlich sei dem von Knöllchenbakterien und Leguminosenpflanzen. Einwandfreie, diese hochinteressante Frage in positivem oder negativem Sinne sicher entscheidende Untersuchungen liegen zur Zeit leider nicht vor.

Man hat versucht die stickstoffsammelnden Bakterien in Reinkultur zu züchten und den Boden damit zu impfen. Nitragin und Alinit stellen solche Bakterienkulturen vermischt mit ihren Nährböden dar. Das Nitragin, welches Nobbe und Hiltner seinen Namen und seine Anwendung verdankt, ist eine solche Reinkultur von Knöllchenbakterien; sie soll die bereits erwähnte Impferde ersetzen und den Anbau von Leguminosen in Böden, wo diese sonst nicht gedeihen, ermöglichen. Das Alinit sind die Sporen einer Reinkultur eines von Caron aus dem Boden seines Gutes Ellenbach gezüchteten Stäbchenbakteriums, vermischt natürlich mit dem Nährboden, das die Fähigkeit der Stickstoffbindung besitzen soll. Die damit gemachten Erfahrungen sind widersprechend. Neuerdings hat die chemische Fabrik Bayer & Co. in Elberfeld, welche die Darstellung des Impfdüngers betreibt, zur Erhöhung der Wirksamkeit des Alinits einen Alinit-Bacillus β in den Handel gebracht, der zugleich mit dem erwähnten, als Alinit-Bacillus α bezeichneten stickstoffbindenden Stäbchenbakterium dem Boden eingeimpft wird und der eine ähnliche Rolle spielen soll, wie nach Beyerincks Auffassung Azotobacter chroococcum gegenüber Granulobacter-Arten und Radiobacter oder auch umgekehrt. Die Frage, ob die Alinitbakterien als selbständige Art aufzufassen sind oder nicht, hat zahlreiche Untersuchungen veranlasst, die vor allem das wenig erfreuliche Resultat hatten, zu zeigen, wie überaus schwierig zur Zeit noch die sichere Bestimmung vieler Bodenbakterien ist. Heinze, der sich in letzter Zeit mit dieser

Frage beschäftigt hat, gelangt, wie vor ihm Kolkwitz, zur Ansicht, dass die Alinitbakterien auf Grund ihres morphologischen und physiologischen Verhaltens als selbständige Art Bacillus Ellenbachensis α Caron in die Gruppe der Heubacillen einzurechnen seien. Es verdient hier noch erwähnt zu werden, dass die Bestrebungen in der Bodenbakteriologie neuerdings auch darauf gerichtet sind, das bei andern Pflanzen mit so gutem Erfolge angewandte Züchtungsprinzip auch bei den stickstoffbindenden Bakterien in Anwendung zu bringen, um auf diese Weise Rassen mit erhöhter Leistungsfähigkeit zu erhalten.

Der Stickstoff, den die bisher behandelten Bakterien in den organischen Kreislauf einführen, ist nach dem Stande unserer pflanzenphysiologischen Kenntnisse unseren Kulturpflanzen mit Ausnahme der Leguminosen oder der andern Wirtspflanzen von Knöllchenbakterien nicht direkt zugänglich. Die ersteren beziehen ihre Stickstoffnahrung in erster Linie und fast ausschliesslich in Form von Nitraten, deren Bildung aus organischen stickstoffhaltigen Substanzen die nächsten drei Bakteriengruppen vollziehen.

In der Form des Ammoniumsalzes ist zwar der Stickstoff unsern Kulturgewächsen zugänglich, jedoch ist diese Form nicht die gewöhnliche. Sehr interessante Beobachtungen über die Stickstoffernährung des Schimmelpilzes Aspergillus niger, die hier aus Rücksicht für das Interesse, das sie für unsere Ausführungen über die Eiweisszersetzung haben, teilweise kurz erwähnt sein mögen, hat Czapek veröffentlicht, der auf diesem Wege der Eiweisssynthese der Pflanze näher zu kommen sucht. Ausser den ersten Eiweisspaltungsprodukten haben sich vor allem die Aminosäuren, sowie die leicht in solche übergehenden Amide und Diamide als zum Aufbau des Eiweissmoleküls geeignete Substanzen erwiesen. Es folgen dann die Ammoniumsalze der Oxyfettsäuren; weniger geeignet sind die Säureamide bis zum Buttersäureamid, welches selbst bereits wie seine höheren Homologen unbrauchbar ist. Nur sehr wenig geeignet sind die Säurenitrile und die Ammoniumsalze der Fettsäuren. Czapek hat diese Skala nach den Gewichtsverhältnissen des bei Ernährungsversuchen mit den erwähnten Substanzen geernteten und getrockneten Pilzes aufgestellt.

Das Ausgangsprodukt für die Salpeterbildung im Boden ist das Ammoniak, das seinerseits das Produkt der sogenannten ammoniakbildenden Bakterien ist.

Bei diesen unterscheiden wir zwei Gruppen:

1. Bakterien, die amidartige Stickstoffverbindungen, deren wichtigste Vertreter der Harnstoff, die Harnsäure und die Hippursäure sind, unter Bildung von Ammoniaksalzen zu zersetzen vermögen. (Harnstoffvergährer.)

2. Bakterien, welche die kompliziert zusammengesetzten Eiweisskörper und deren Spaltungsprodukte unter Ammoniakbildung abbauen. (Peptonisierende Bakterien.)

Geringe Ammoniakmengen können auf biologischem Wege dann noch bei dem später zu behandelnden Denitrifikationsvorgang aus dem Oxydationsprodukt des Ammoniaks, dem Nitrat, zurückgebildet werden, was der Vollständigkeit halber hier erwähnt sei. In der Regel entweicht bei dem erwähnten Prozess der Stickstoff in elementarer Form, doch kann die Reduktion auch bis zur Bildung von Ammoniak gehen.

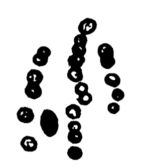


Fig. 8. Micrococcus ureae Cohn. Nach Migula.

Die ammoniakbildenden Bakterien sind in der Natur sehr verbreitet; dem Ackerboden werden sie ausserdem bei der Düngung mit tierischen und menschlichen Auswurfstoffen stets in reicher Menge zugeführt. Beim Lagern des Düngers können dieselben durch ihre Tätigkeit dessen Wert bedeutend schädigen, indem das von ihnen gebildete Ammoniumkarbonat sich sehr leicht in Ammoniak und Kohlensäure dissoziert. Die längst bekannte, als ammoniakalische Harngärung bezeichnete Zersetzung des Harnstoffs, dieses Endproduktes des menschlichen und tierischen Stoffwechsels, wurde als ein chemischer Vorgang angesehen, dessen Wesen in der Aufnahme von Wasser und in der Umlagerung der Atome zu Ammoniumkarbonat bestehe. Im Jahre 1862 erkannte Pasteur, dass die Harnstoffgärung ein biologischer Prozess ist, als dessen Erreger er einen Micrococcus entdeckte. Cohn hat diesen später Micrococcus ureae (vgl. Fig. 8) genannt.

Miquel zeigte dann, dass die Fähigkeit der Harnstoffvergärung gegen 60 verschiedenen, zum Teil sehr verbreiteten Bakterienarten und sogar einigen höheren Pilzen zukommt. Die Leistungsfähigkeit der einzelnen Arten ist sowohl was die Gärschnelligkeit als auch was die Masse des vergärten Harnstoffs betrifft, sehr verschieden. In beiden Beziehungen steht der allenthalben anzutreffende Urobacillus Pasteurii (Fig. 9) oben an, welcher in einer

zweiprozentigen Harnstoffpeptonbouillon 3 g Harnstoff in der Stunde vergärt. Er vermag bis 140 g Harnstoff im Liter in Ammoniumkarbonat überzuführen. Der Vorgang wird durch ein von den Bakterien ausgeschiedenes, äusserst empfindliches Enzym, das Miquel als Urase bezeichnet hat, ausgelöst. Seine Existenz

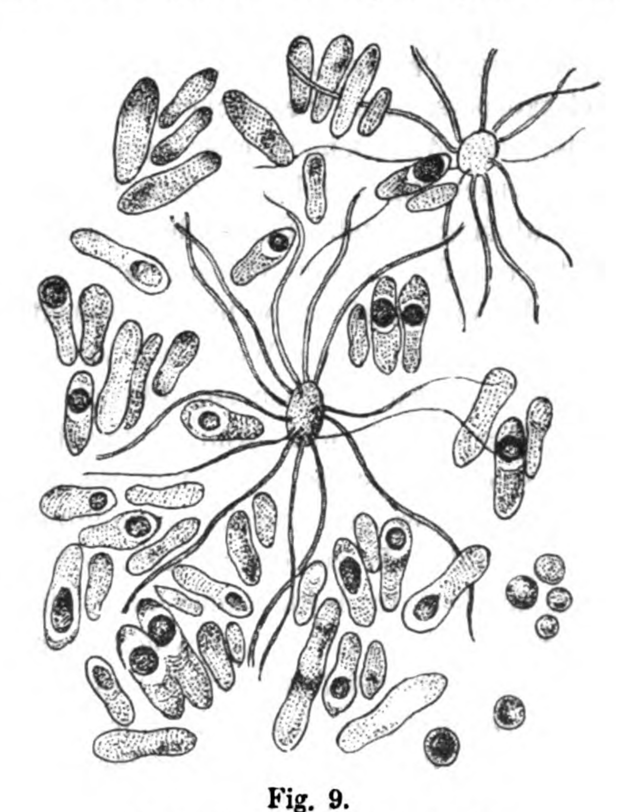


Fig. 9.

Urobacillus Pasteurii Miquel.

In der Mitte und oben rechts sind die Cilien in ihrer wahrscheinlichen Gestalt am lebenden Bakterienkörper dargestellt. Alles übrige genau nach dem Leben. Rechts unten sechs vereinzelte kugelige Sporen. 2580fache Vergr. Nach Beyerinck.

und Wirkung hat zuerst Musculus im Jahre 1874 in dem Harn eines an Blasenkatarrh erkrankten Menschen beobachtet. Die Überführung des Harnstoffs in kohlensaures Ammonium möge folgende Formel veranschaulichen:

$$C \begin{cases} NH_2 \\ O \\ NH_2 \end{cases} + \begin{matrix} H_2O \\ H_2O \end{matrix} = C \begin{cases} ONH_4 \\ O \\ ONH_4 \end{cases}$$

Auch die Harnsäure und ihre Verwandten sowie die Hippursäure liefern bei der Zersetzung durch Bakterien Ammoniumkarbonat. Am schnellsten erfolgt dessen Bildung beim Harnstoff,

weniger schnell bei der Harnsäure und am langsamsten bei der Hippursäure, die unter Wasseraufnahme zuerst in ihre beiden Komponenten Benzoësäure und Glycocoll zerfallen soll.

Wenden wir uns nun zur zweiten, noch sehr wenig erforschten Gruppe unserer Ammoniakbildner, deren Vertreter das grosse Eiweissmolekül zu spalten vermögen. Diese Spaltung scheint ein überaus komplizierter Prozess zu sein, dessen Produkte von der Art des Eiweisskörpers, den spezifischen Eigenschaften der einzelnen Bakterien, der Anwesenheit oder dem Mangel von Sauerstoff, der Zusammensetzung des Nährbodens überhaupt, der Temperatur u. s. w. abhängig sind. Schon der grosse Liebig hat das Problem der bakteriellen Eiweisspaltung zur Erforschung der Konstitution des Eiweissmoleküls zu lösen versucht. Er und sein Schüler Popp erhielten auf diese Weise als Zersetzungsprodukte des Eiweiss Leucin, freie Fettsäuren, Phenol, Tyrosin, Indol, Scatol, Schwefelwasserstoff und Ammoniumsulfhydrat. Viele Forscher haben solche Versuche, aber nur wenige mit Reinkulturen, angestellt. Ausser den bereits erwähnten Spaltungsprodukten seien noch folgende erwähnt: Valeriansäure, Ortho- und Parakresol, Scatolessigsäure, Hydrocumarsäure, Methylmercaptan; als letzte gasförmige Produkte treten Kohlensäure, Wasserstoff, der bereits erwähnte Schwefelwasserstoff und das uns hier am meisten interessierende Ammoniak auf. Auch müssen wir hier noch an die Ptomaine, Toxine und Toxalbumine erinnern. Betreffs der die Eiweisspaltung auslösenden Bakterienarten liegen bis jetzt verhältnissmässig wenig sichere Beobachtungen vor. Auch die Frage, ob die einzelnen Arten die Eiweisspaltung bis zur Mineralisierung durchführen oder ob mehrere Arten daran beteiligt sind, ist noch nicht mit wünschenswerter Sicherheit gelöst. Es scheint, dass die Fähigkeit der Eiweisszersetzung, die man auch als Fäulnis bezeichnet hat, sehr vielen Bakterienarten zukommt.

Früher hat man die sogenannten Fäulnisbakterien unter dem die verschiedensten Arten vereinigenden Kollektivnamen Bakterium termo zusammengefasst. Zu den bekanntesten eiweissspaltenden Bakterien gehört der verbreitete Proteus vulgaris (Fig. 10), eine noch nicht genügend untersuchte Sammelspezies, Tyrothrix, der das Kasein spaltet und der bei dem Reifungsprozess des Käses eine wichtige Rolle spielt, Bacterium coli commune (Fig. 11), der bekannte Bazillus der Darmfäulnis. Die

Spaltung des Eiweissmoleküls, die Nencki als eine Hydratation bezeichnet, erfolgt durch die von Bakterien erzeugten sogenannten proteolytischen Fermente.

Sehr wenig bekannt sind bis jetzt die bakteriellen Zersetzungen der Glycoside, die als ebenfalls kompliziertere Stickstoffverbindungen hier erwähnt sein mögen; das Indican, das Glycosid der Indigopflanzen, soll durch Bakterien in Zucker und Indigoweiss gespalten werden.

Durch die Bildung des Ammoniaks aus den stickstoffhaltigen organischen Stoffen ist das Ausgangsmaterial für die als Nitri-

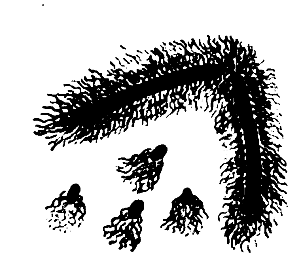


Fig. 10.

Proteus vulgaris Hauser.
(Bacillus vulgaris Migula.)

Faden und einzelne Zellen. 500fache Vergr.
Nach Migula.

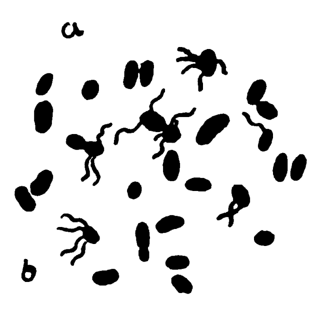


Fig. 11.

Bacterium coli commune Escherich.

730fache Vergr.
Nach Weichselbaum.

fikation bezeichnete Salpeterbildung im Boden geschaffen, welche die beiden nächsten Bakteriengruppen vollziehen. Chemisch betrachtet ist die Nitrifikation ein durch Mikroorganismen zur Energieerzeugung ausgelöster Oxydationsvorgang, dessen Verlauf durch folgende hypothetische Formel angedeutet sei:

$$\text{I.}\quad 2\,NH_3 + 3\,O_2 = N_2O_3 + 3\,H_2O$$
$$\text{II.}\quad N_2O_3 + O_2 = N_2O_5.$$

Die längst bekannte Nitrifikation hielt man für einen rein chemischen Oxydationsvorgang, bis im Jahre 1873 Alexander Müller die Vermutung aussprach, dass dieselbe ein biologischer Prozess sei. Seine Ansicht wurde vier Jahre später durch die Versuche von Schlössing und Müntz bestätigt, die auch bereits zeigten, dass das Minimum der Nitrifikation bei 5 °, das Maximum bei 55 ° und das Optimum bei 37 ° liegt. Dass die Nitrifikation im sterilisierten Boden ausbleibt, hat zuerst Plath festgestellt. Allerdings gelang es den drei Forschern, wie manchen andern

trotz aller Anstrengungen nicht, die beteiligten Mikroorganismen zu züchten. Erst Winogradsky war es nach langem Bemühen und nach Schaffung der uns bereits bekannten elektiven Kultur vergönnt, die Nitrifikationsorganismen in Reinkultur zu erhalten und zu beobachten. Die bedeutenden und epochemachenden Untersuchungen Winogradskys sind in den Jahren 1890—1899 ausgeführt. Dabei bediente er sich der bekannten Kochschen Nährgelatine in ganz besonderer Weise. Die Wahrnehmung, dass in der bei den Züchtungsversuchen angewandten, im folgenden angegebenen mineralischen Nährlösung die Mikroorganismen sich hauptsächlich um die Magnesiumkarbonatteilchen entwickelten, veranlasste Winogradsky, die Nährgelatine mit einer solchen Kultur zu impfen und auf Platten auszugiessen. Er impfte dann wieder gerade von denjenigen Magnesiumkarbonatteilchen, um welche sich keine Keime entwickelt hatten, in die erwähnte mineralische Nährlösung ab.

Winogradsky stellte auf Grund seiner Untersuchungen fest, dass die Oxydation des Ammoniaks im Boden durch zwei von einander verschiedene Bakteriengruppen erfolgt: die Vertreter der einen oxydieren das Ammoniak zu salpetriger Säure, während die Angehörigen der anderen, durch eine grosse Empfindlichkeit gegenüber Ammoniak ausgezeichneten Gruppe die erzeugte salpetrige Säure zu Salpetersäure oxydieren. Winogradsky konstatierte dann ferner die hochwichtige Tatsache, dass die Nitrifikationsorganismen die Oxydation des Ammoniaks bei genügendem Sauerstoffzutritt am besten in einem nur aus anorganischen Substanzen zusammengesetzten Nährmedium vollziehen und dass selbst Spuren organischer Substanzen von den Bakterien sehr schlecht vertragen werden. Diese Beobachtung brachte Winogradsky auf den Gedanken, die Kochsche Nährgelatine, deren Anwendung bei den vielen Züchtungsversuchen der Nitrifikationsorganismen natürlich nicht zum Ziele führen konnte, in der angedeuteten Weise zur Erzielung von Reinkulturen anzuwenden. Da die an den Magnesiumkarbonatteilchen befindlichen Nitrifikationsorganismen in der Gelatine wegen ihrem Gehalt an löslichen organischen Stoffen sich nicht entwickeln konnten, so durfte man die gesuchten Bakterien an scheinbar keimfreien Partikeln des Magnesiumsalzes ohne Verunreinigung erwarten. Winogradsky bediente sich zur Reinkultur der zuerst von W. Kühne angegebenen Kieselsäure-

gallerte, die er bei den Nitritbildnern, die wir zuerst betrachten wollen, mit folgender Nährlösung tränkte: 1,0 Ammoniumsulfat, 1,0 Dikaliumorthophosphat, 5,0 Magnesiumkarbonat, 1 l Züricher Seewasser. Später hat Beyerinck die schwierig darzustellende Kieselsäuregallerte durch Agar ersetzt, der durch eine besondere Behandlung von allen löslichen organischen Bestandteilen befreit ist. Winogradsky hatte Agar bereits vorher zur Reinkultur der gegen lösliche organische Stoffe nicht in dem Grade, wie die Nitrosobakterien empfindlichen Nitrobakterien in Anwendung gebracht. Später bediente sich Omeliansky mit mineralischer Nährlösung getränkter Gipsmagnesiumplatten mit gutem Erfolg. Neuerdings hat der gleiche Forscher ebenfalls mit einer solchen Lösung angefeuchtetes Filtrierpapier, das er nach dem Vorgang von Beyerinck von löslichen Stoffen befreit, mit Erfolg zur Reinkultur des Nitritfermentes benutzt.

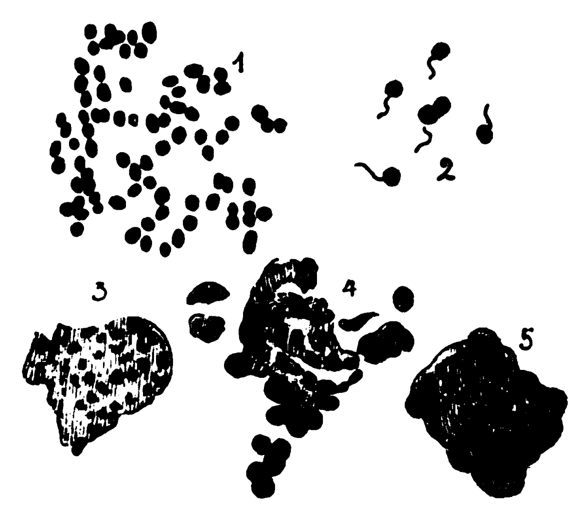


Fig. 12.
Nitrosomonas europaea Winogradsky aus Züricher Erde.
1. Mikroben in Minerallösung kultiviert. 2. Mikroben im Schwärmzustande. 3—5 Zoogloeenformen.
1, 2, 3, 5: 1000fache Vergr., 4: 125fache Vergr.
Nach Winogradsky.

Die Nitritbildner oder Nitrosobakterien sind im Boden sehr verbreitet. In Europa fand Winogradsky überall die gleiche Art, von ihm Nitrosomonas europaea (Fig. 12) genannt. Der Organismus stellt kurze, dicke, schwärmende oder zu festen Zoogloeen vereinigte Stäbchen von 1 μ Breite und 1,5—2 μ Länge mit einer kurzen, polaren Geisel dar. Sporenbildung ist bisher noch nicht beobachtet worden. Auf den festen Nährböden bilden die Bakterien sehr langsam wachsende kleine weissliche Kolonien. Sehr ähnlich, wenn nicht mit Nitrosomonas europaea identisch, sind die aus japanischen (Tokio) und nordafrikanischen (Tunis, Algier) Böden gezüchteten Nitritbildner. Bedeutend kleiner wie sein europäischer Kollege und mehr kugelig ist die aus javanischer

Erde erhaltene Nitrosomonas javanensis (Fig. 13); die Zellen haben einen Durchmesser von 0,5—0,6 μ, besitzen dagegen eine sehr lange Geissel, die oft die Länge von 30 μ erreicht. Die aus südamerikanischen und aus australischen Böden isolierten Nitrosobakterien sind unbegeisselte, keine Zoogloeen bildende Coccen, von Winogradsky als Nitrosococcus bezeichnet, von 1,5—2 μ Durchmesser. Es ist wohl anzunehmen, dass es im Boden ausser den angeführten, mehr als biologische, systematisch nicht einheitliche Arten zu betrachtenden Nitrosobakterien noch andere Ammoniak zu salpetriger Säure oxydierende Bakterien gibt.

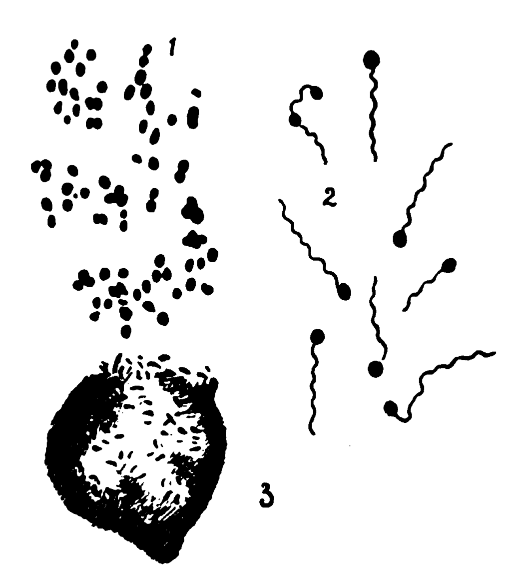


Fig. 13.
Nitrosomonas javanensis Winogradsky aus Erde von Java.
1. Mikroben aus einer nitrificierenden Flüssigkeit. 2. Mikroben im Schwärmzustande. 3. Zoogloea im Zustand des Zerfalls. 1000fache Vergr. Nach Winogradsky.

Die von den Nitrosobakterien erzeugte, in freiem Zustande unbeständige und giftige salpetrige Säure, die in den Kulturen durch das zugesetzte Magnesiumkarbonat, im Boden hauptsächlich durch Calciumkarbonat zu Nitriten abgesättigt wird, oxydieren die Nitrobakterien weiter zu Nitraten. Diese von Winogradsky als Bacterium Nitrobacter zusammengefassten Organismen finden sich in allen kultivierten Böden, und zwar nach der Angabe des Forschers stets in der gleichen Art. Es sind ausserordentlich kleine, mit den gewöhnlichen Farbstoffen sehr schwer färbbare, geissel- und sporenlose, unbewegliche, länglich ovale, öfters linsenförmige Bakterien von 0,5 μ Länge und 0,15—0,25 μ Breite, die in einen zarten Schleim eingebettet sind. Winogradsky gibt folgende Nährlösung an: 2,0 reines Natriumnitrit, 1,0 wasserfreies Natriumkarbonat, eine Messerspitze Kaliumphosphat, 1000 ccm Flusswasser. In dieser Kulturflüssigkeit bilden die Bakterien dünne, schleimige, den Gefässwandungen fest ansitzende Häutchen. Auf Kieselsäuregallerte oder auf Nitritagar bilden sie ganz ausser-

ordentlich kleine, erst bei stärkerer Vergrösserung sichtbare Kolonien. Zur Züchtung der Nitratbildner geht man nach Winogradsky am besten in der Weise vor, dass man von einer Erdprobe mehrere Agarplatten, und zwar mit verschiedenen Bodenmengen, herstellt und dieselben etwa vier Wochen in der feuchten Kammer bei etwa 30° hält. Ist nach dieser Zeit das Nitrit in Nitrat verwandelt, was sich leicht nachweisen lässt, so impft man von den typischen Kolonien in die angegebene mineralische Nährlösung ab, um dann weiter in der oben beschriebenen Weise vorzugehen.

Die Nitrifikationsbakterien sind ausserordentlich wichtige und in wissenschaftlicher Beziehung hochinteressante Organismen. Wichtig, weil sie das Ammoniak in die für die Pflanzenernährung so wichtige Nitratform überführen. Dabei kann keine Gruppe die andere vertreten (im Boden sind stets beide Gruppen nebeneinander vorhanden), die Nitrosobakterien vermögen das Ammoniak nur bis zur salpetrigen Säure zu oxydieren, während die Nitratbildner gegen Ammoniak sehr empfindlich und nur im stande sind, Nitrite in Nitrate überzuführen. Die oxydierende Wirkung der Organismen ist eine ganz spezifische und erstreckt sich nur auf die angegebenen Verbindungen des Stickstoffs. So vermögen die Nitratbildner nach den Untersuchungen von Omeliansky weder phosphorige noch schweflige Säure weiter zu oxydieren. Eine ganz besondere Stellung, die bis jetzt vielleicht nur bei den Schwefel- und Eisenbakterien, auf die wir später noch zurückkommen werden, ein Analogon hat, nehmen die Nitrifikationsorganismen in ernährungsphysiologischer Beziehung ein. Wir haben bereits gesehen, dass sie organische Verbindungen, stickstoffhaltige nicht ausgeschlossen, verschmähen und sich wie chlorophyllbesitzende Pflanzen vollständig von mineralischen Substanzen ernähren. Des Chlorophylls entbehren sie und assimilieren die Kohlensäure im Dunkeln ohne die Energie der Sonnenstrahlen zu benützen. Die Energie liefert ihnen gerade die Oxydation des Stickstoffs, der vermutlich in oxydierter Form zugleich ihren eigenen Stickstoffbedarf deckt. Den zum Aufbau des Zelleibes nötigen Kohlenstoff entnehmen sie, wie wir durch die Untersuchungen von Godlewski wissen, der atmosphärischen Kohlen-



Fig. 14. Bacterium Nitrobacter Winogradsky. 1000fache Vergr. Nach Winogradsky.

säure. Diese Kohlensäureassimilation steht in einem bestimmten Verhältnis zur Stickstoffoxydation, der Energiequelle. Nach Winogradskys Untersuchungen genügt im Mittel die Oxydation von 35,4 mg Stickstoff zur Assimilation von 1 mg Kohlenstoff. Dabei entweicht ein Teil des Stickstoffs in elementarer Form, wobei es sich wahrscheinlich um eine chemische Umsetzung der Stickstoffoxydationsprodukte mit Ammoniak handelt. Über den Mechanismus der bakteriellen Stickstoffoxydation sind wir noch vollständig im Dunkeln. Die Frage, ob die Bakterien vielleicht ein oxydierendes Ferment, eine Oxydase ausscheiden, wurde von Omeliansky bei den sich den Nitratbildnern gegenüber durch ihr energisches Oxydationsvermögen auszeichnenden Nitritbildnern mit negativem Erfolge geprüft. Auch die Möglichkeit, dass mehrere Oxydationsstufen aufweisende Schwermetalle eine Rolle bei der Oxydation spielen, fand Omeliansky bei seinen Versuchen nicht bestätigt. Es ist bekannt, dass solche Schwermetalle an der Oxydation von komplizierten organischen Verbindungen beteiligt sein können, wie man z. B auch dem Eisen im Hämoglobin eine derartige Wirkung zuschreibt. Omeliansky ging bei seinen Untersuchungen von einer Beobachtung Gabriel Bertrands aus, der bei der Lackase einen engen Zusammenhang zwischen dem Grade der oxydierenden Wirkung und ihrem Gehalte an Aschenbestandteilen, besonders an Mangan, das auch Omeliansky in seinen Versuchen benützte, erkennen liess.

Die Nitrifikationsbakterien führen, wie wir gesehen, den Ammoniakstickstoff in die zur Aufnahme durch den Organismus der grünen Pflanzen geeignetste Nitratform über. Aber nicht immer kommt aller im Boden vorhandene Salpeter wirklich den Pflanzen zu gut. Die fünfte Gruppe unserer Bakterien, die sogenannten Denitrifikationsbakterien, reduzieren das Nitrat unter Bildung von freiem Stickstoff und während wir bisher Organismen kennen gelernt haben, welche bei ihrem Stoffwechsel entweder den elementaren, atmosphärischen Stickstoff festlegen, ihn in den organischen Kreislauf einführend, oder solche, welche bereits gebundenen Stickstoff bei ihrer Lebenstätigkeit weiter verwenden und für seine Brauchbarmachung zur Pflanzenernährung tätig sind, haben wir uns jetzt mit solchen Organismen zu beschäftigen, die Nitrate reduzieren oder auch den Salpeterstickstoff ganz frei machen, ihn in die Atmosphäre zurücksendend und so den Kreislauf des Stickstoffs schliessend.

Der Vorgang der Denitrifikation ist bereits längere Zeit bekannt, wurde aber ebenso, wie die bereits behandelten, anderen biologischen Vorgänge im Boden für einen ohne jede Mithilfe von Organismen verlaufenden, rein chemischen Reduktionsprozess gehalten. Erst im Jahre 1882 wurden durch Gayon und Dupetit bestimmte Bakterien als spezifische Erreger der Denitrifikation ermittelt. Durch die Beobachtung von Paul Wagner im Jahr 1895, dass bei Versuchen mit künstlicher Stickstoffdüngung die gleichzeitige Anwendung von Stalldünger den Effekt bedeutend verminderte, wurde die Denitrifikation als ein wissenschaftlich hoch interessanter, für unsere Landwirtschaft aber schädlicher Vorgang vielfach Gegenstand der Untersuchung. Dabei zeigte es sich, dass es zahlreiche und darunter gemeine und verbreitete Bakterien gibt, die entweder für sich oder gemeinschaftlich mit andern Spaltpilzen die Stickstoffentbindung hervorrufen können. Aber nicht nur im Boden, auch im Wasser und im Meere hat man derartige Organismen tätig gefunden, wie man auch Nitrifikationsbakterien im Grunde des Meeres beobachtet hat. So hat Erwin Bauer bei seinen auf Veranlassung der Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere ausgeführten Forschungen zwei Denitrifikationsbakterien aus der Ostsee isoliert und als neue Arten Bacterium Aktinopelte und lobatum beschrieben. Als Kulturflüssigkeit verwandte Bauer Muschelbouillon aus frischen Miesmuscheln mit 2 % Pepton und 0,25 % Calciumnitrit. Bacterium Aktinopelte ist nicht im stande, für sich allein in reiner Nitritbouillon zu denitrifizieren, sondern nur in Gegenwart von andern Bakterien, oder nach deren Abtöten durch Sterilisation in Anwesenheit ihrer Stoffwechselprodukte, sowie in Nitritbouillon, der bestimmte Kohlehydrate zugesetzt wurden. Der Organismus vermag unter diesen Bedingungen sowohl Nitrate wie Nitrite unter starkem Aufschäumen und unter Bildung von elementarem, gasförmigem Stickstoff zu zerlegen. Kulturen, die längere Zeit rein gezüchtet wurden, verloren allmählich die Fähigkeit Nitrat zu Nitrit zu reduzieren, konnten aber noch Nitrit zerlegen, wenn auch in verschieden hohem Grade. Bacterium lobatum vermag überhaupt nur Nitrit zu zersetzen und auch diese Fähigkeit soll es in der Reinkultur nach wenigen Wochen fast stets verlieren. Das Optimum liegt für beide Organismen zwischen 20—25°.

Interessante Beobachtungen über das Vorkommen von deni-

trifizierenden Bakterien im Meerwasser liegen ferner von Gran aus Beyerincks Laboratorium vor.

Wie bereits betont wurde, finden sich die Denitrifikationsorganismen in grosser Verbreitung; man fand sie in der Luft, im Wasser, im Boden, am Stroh, im Stalldünger, besonders im Pferdekot, kurz allenthalben und manchmal kann ihre Gegenwart und ihre Tätigkeit recht lästig werden. So hat F. Schönfeld als Ursache des sogenannten „chlorigen“ Geruches des Bieres solche nitratreduzierende Bakterien ermittelt, die sich aber natürlich nur dann entwickeln können, wenn das Brauwasser Nitrate enthält. In der Melassebrennerei sind sie verschiedentlich als die Erreger der sogenannten Salpetersäuregährung aufgetreten, wobei an der Luft sich zu rotbraunen Dämpfen von NO_2 oxydierendes Stickoxyd entweicht. Die Rübenmelasse enthält bekanntlich stets geringere Mengen Nitrate. Im Stalldünger und im Boden kann die Entbindung des für die Ernährung unserer Kulturpflanzen so wichtigen Nitratstickstoffs unter den Denitrifikationsorganismen zusagenden Bedingungen bedeutenden Schaden anrichten. Doch kann man wohl sagen, dass die diesbezüglichen, auf Grund von Versuchen ausgesprochenen Befürchtungen glücklicherweise zu weit gingen, da speziell bei Versuchen in Kulturgefässen leicht gerade die Tätigkeit von salpeterreduzierenden Bakterien begünstigende Verhältnisse sich vorfinden, die denen in einem richtig bearbeiteten Ackerboden nicht ganz entsprechen. Die Frage, ob die im Stalldünger und im Boden sich vorfindenden Denitrifikationsbakterien identisch sind und ob die letzteren auch in ungedüngtem Boden längere Zeit sich zu erhalten vermögen, ist öfters mit verschiedenm Resultat geprüft worden. So ist Künnemann der Meinung, dass die denitrifizierenden Bakterien des Bodens verschieden seien von denen des Stalldüngers. H. Jensen vertritt die gegenteilige Ansicht, dass die Organismen mit dem Stalldünger auf das Feld gebracht werden und dass sie in ungedüngtem Boden nicht längere Zeit leben können. Als Beweis dieser Behauptung führt Jensen an, dass er nur mit gedüngter Erde Denitrifikation erhalten konnte. Karl Höflich, der neuerdings diese Frage einer Prüfung unterzogen hat, spricht sich dahin aus, dass die im Boden vorhandenen Denitrifikationsbakterien sich auch ohne alljährliche Düngung lebensfähig erhalten können und

dass die Bakterien des Bodens die gleichen sind, wie die des Stalldüngers.

Die Zahl der Bakterienarten, die den Salpeter zu reduzieren vermögen, ist sehr gross. Wir haben hier mit Absicht den Ausdruck reduzieren gebraucht. Wenn wir unter der Erscheinung der Denitrifikation eigentlich nur die Vorgänge zu besprechen haben, die mit der Entbindung von freiem Stickstoff abschliessen, so müssen wir bei dieser Gelegenheit doch auch der Tätigkeit derjenigen Bakterien gedenken, die Nitrat nur bis zum Nitrit zu reduzieren vermögen.

Unter diesen salpeterreduzierenden Bakterien gibt es nun also solche, die nur Nitrate zu Nitriten desoxydieren können, dann solche, die nur Nitrite unter Stickstoffentbindung reduzieren. Diese letzteren können also nur in Symbiose mit den ersteren oder mit Angehörigen der folgenden Gruppe den Salpeterstickstoff in Freiheit setzen. Als dritte Klasse gibt es dann noch Bakterien, die den Salpeter vollständig reduzieren können. Die Reduktion des Salpeters kann unter Umständen bis zur Ammoniakbildung gehen; mitunter entweicht der Stickstoff aber auch in Form von Stickoxyd.

Eine grosse Zahl von Mikroorganismen hat in letzter Zeit Albert Maassen auf ihre Fähigkeit, Salpeter zu reduzieren, untersucht. Von 109 zur Prüfung herangezogenen Arten besassen 85 die Fähigkeit, Nitrat zu Nitrit, 50 das Vermögen, Nitrit zu Stickstoff zu reduzieren. Die Leistungsfähigkeit der einzelnen Arten ist bei beiden Gruppen sehr verschieden. Unter den salpeterreduzierenden Bakterien sind sehr bekannte gemeine und auch pathogene Arten: Bacterium coli commune, der vielseitige Darmfäulniserreger (vergl. Fig. 11), der Typhusbacillus, der Cholerabacillus, der Erreger des blauen Eiters (Bac. pyocyaneus), die Erreger der Hühnercholera (Bac. cholerae gallinarum), des Rotzes (Bac. mallei), der Schweineseuche (Bac. suisepticus), der gelatinverflüssigende, fluoreszierende Bacillus (Bac. fluorescens liquefaciens), die gelbe Sarcine (Sarcina flava), der Wurzelbacillus (Bac. mycoides) u. s. w. Wie bereits erwähnt wurde, sind die salpeterreduzierenden Bakterien fakultative Anaërobionten; doch vermögen die meisten derselben die Desoxydierung des Nitrats bei Gegenwart von andern aërobiotischen Bakterien in Symbiose mit denselben auch bei Sauerstoffanwesenheit zu vollziehen. Es sei hier

als Beispiel das Bacterium coli commune genannt. Neben ihm findet sich in den Pferdefaeces regelmässig ein von Burri und Stutzer als Bacillus denitrificans I bezeichneter Spaltpilz (Fig. 15). Wird nun Bacterium coli commune allein in nitrathaltigen Nährsubstraten bei Luftabschluss gezüchtet, so vermag es den Salpeter nur bis zum Nitrit zu reduzieren. Wird der Organismus aber mit dem obligat aëroben Bacillus denitrificans I im gleichen Nährmedium bei Luftzutritt kultiviert, so tritt bei dieser Symbiose energische Entbindung von elementarem Stickstoff unter Aufschäumen auf.

Das Optimum der denitrifizierenden Tätigkeit der Bakterien ist bei den einzelnen Arten verschieden; bei dem sehr energisch wirkenden Bacillus pyocyaneus z. B. liegt es zwischen 35—37°, bei dem Bacillus fluorescens liquefaciens zwischen 26 – 30°, im allgemeinen zwischen 30—40°. Fördernd auf die Tätigkeit der salpeterreduzierenden Bakterien wirken Kohlehydrate, mehrwertige Alkohole, die Salze organischer Säuren, besonders die der Milchsäure und die Gegenwart geringer Mengen von Alkali. Salzmann, der auf Veranlassung von A. Stutzer die zwei denitrifizierenden Bakterien Bacillus Stutzeri und Hartlebi in dieser Beziehung untersucht hat, fand, dass die Organismen in 0,5 % Peptonlösung bei Zusatz von 1 % Milchsäure in Form des Kaliumsalzes 98 % des gebotenen Salpeters unter Stickstoffentbindung reduzierten und A. Maassen beobachtete, dass manche Bakterien überhaupt nur bei Gegenwart der erwähnten chemischen Verbindungen die Fähigkeit der Salpeterreduktion zeigen. Hemmend auf den Denitrifikationsvorgang wirkt reichliche Sauerstoffzufuhr.



Fig. 15. Bacillus denitrificans I. 1000fache Vergr. Nach Burri.

Über den Chemismus der Denitrifikation sind die Ansichten zurzeit noch geteilt. Zwei grundsätzlich verschiedene Theorien stehen sich gegenüber, nach der einen sind es Stoffwechselprodukte der Bakterien, welche die Stickstoffreduktion bewirken, nach der andern entreissen die Bakterien den Sauerstoff den ihn enthaltenden Molekülen, um ihn für sich zu benutzen analog dem Vorgang der intramolekularen Atmung. Die erstere Ansicht glaubt Curt Wolf dadurch bewiesen zu haben, dass er Analysen über den Sauerstoffverbrauch von denitrifizierenden Bakterien aus

der in den Kulturgefässen zur Verfügung stehenden Luft beim Vorhandensein und bei Abwesenheit von Salpeter ausführte. Dabei soll in beiden Fällen der Sauerstoffverbrauch derselbe sein, während bei Gegenwart von Nitraten weniger Sauerstoff aus der Luft entnommen sein müsste, wenn die Bakterien ihren Sauerstoffbedarf aus dem Salpeter decken würden. Man hat besonders die Hypothese vertreten, dass der bei vielen Bakterien als Stoffwechselprodukt auftretende Wasserstoff die Salpeterreduktion bewirke.

Die Annahme, dass die Reduktion der Nitrate zu freiem Stickstoff auf direkte Sauerstoffentnahme zurückzuführen sei, haben bereits Gayon und Dupetit ausgesprochen; H. Jensen, H. Weissenberg und andere Forscher sind dieser Auffassung beigetreten. Weissenberg sagt: „Die denitrifizierenden Bakterien besitzen die Fähigkeit, bei Mangel oder erschwerter Aufnahme von atmosphärischem Sauerstoff diesen aus Nitraten des Nährsubstrates zu entnehmen, so das Nitritmolekül zu spalten, was sich unter Entweichen von Stickstoff als Gärung zu erkennen gibt.“

Wir ersehen aus dem über den chemischen Vorgang der Denitrifikation Angeführten, dass dieses Problem trotz der vielen über dasselbe ausgeführten Untersuchungen in seinem Wesen noch sehr wenig aufgeklärt ist. Es ist nicht als ausgeschlossen zu betrachten, dass eine Stickstoffentbindung aus dem Salpeter auf verschiedene Weise zu stande kommen kann. Auch die Reaktion des Nährsubstrates ist von grosser Bedeutung für den Verlauf der chemischen Prozesse. So hat Curt Wolf bei saurer Reaktion mit den verschiedensten Spalt-, Spross- und Schimmelpilzen die Zerstörung von Nitraten bei Zuckerzusatz beobachtet. Er meint deshalb, dass bei jeder Gärung, gleichviel durch welche Organismen dieselbe hervorgerufen werde, das in der Zuckerlösung vorhandene Nitrat zerstört werde. Indess handelt es sich nach den Ausführungen von H. Weissenberg hierbei nur um ganz geringe Salpetermengen, die auf diese Weise unter Stickstoffentbindung reduziert werden. Ganz anders verhalten sich aber die Bakterien, welche wir als denitrifizierende bezeichnet haben. Diese vermögen auch bei Gegenwart von Alkali die Salpeterreduktion zu bewirken und die Alkalescenz nimmt im Verlauf des Vorgangs noch erheblich zu. Ferner bedürfen sie nicht absolut eines Zuckerzusatzes zur Auslösung der Stickstoffentbin-

dung und vermögen, wie wir gesehen haben, ganz bedeutende Nitratmengen zu zerstören.

Mit der Denitrifikation ist der Kreislauf des Stickstoffs beendet; der Stickstoff kehrt in das unerschöpfliche Luftmeer zurück, um von neuem seine Wanderung zu beginnen. Das Werk der Bakterien aber ist es, dass das Verhältnis von freiem und gebundenem Stickstoff auf unserem Planeten in ewigem Gleichgewicht erhalten wird.

Aber nicht nur bei dem Kreislauf des Stickstoffs sind die Bodenbakterien tätig, sondern auch bei der steten Wanderung der in den organischen Verbindungen in erster Linie vertretenen Elemente des Kohlenstoffs, Sauerstoffs und Wasserstoffs sind sie beteiligt; im Boden und im Wasser fällt ihnen auch hierbei der Hauptanteil der Arbeit zu. Wir haben bisher bei der Betrachtung des Stickstoffkreislaufes die diesbezüglichen Leistungen der Spaltspilze nur nebenbei berücksichtigt und wollen wir jetzt deshalb zur näheren Orientierung die bakteriellen Zersetzungen der stickstoffreien * organischen Verbindungen verfolgen. Hier steht infolge des massenhaften Auftretens der Cellulose die Gärung der Cellulose oben an.

Im Jahre 1850 beobachtete Mitscherlich, dass beim Weichen von Kartoffeln in Wasser die Zellhüllen zerstört werden, während die Stärke sich am Boden des Gefässes ansammelt. Als Ursache dieser Erscheinung glaubte er Vibrionen, die massenhaft im Substrat vorhanden waren, ansehen zu müssen. Über die Bacillenformen bei der Maceration pflanzlicher Gewebe veröffentlichte im Jahre 1865 Trécul eine Untersuchung; die Bakterien besassen alle die Eigenschaft, durch Jod blau gefärbt zu werden; Trécul bezeichnete sie deshalb als Amylobacter-Arten. Diesen widmete sodann van Tieghem in den letzten Jahren des 8. Dezenniums des vergangenen Jahrhunderts verschiedene Studien; er schrieb ihnen als hervorragendste Eigenschaft die Fähigkeit zu, Cellulose zu zersetzen, eine Schlussfolgerung, die sich für die van Tieghemschen Bakterien nicht aufrecht erhalten liess, indem dieselben gerade nicht im stande sind, auf sogenannte typische Fasercellulose einzuwirken.

---

* Eine Zusammenstellung der wichtigsten Tatsachen der hier in Betracht kommenden bakteriellen Gärungen hat O. Emmerling gegeben. (Emmerling, O., Die Zersetzung stickstoffreier organischer Substanzen durch Bakterien. Braunschweig, F. Vieweg u. Sohn, 1902.

Vom rein chemischen Standpunkte ohne Rücksicht auf die dabei tätigen Bakterienarten wurde sodann die Cellulosegärung von Popoff, Tappeiner und Hoppe-Seyler näher verfolgt, die bei ihren Untersuchungen zum Teil schwedisches Filtrierpapier, also reine Cellulose verwandten. Als wichtigstes Resultat dieser Arbeiten ist die Erkenntnis anzusehen, dass bei der Cellulose zwei verschiedene Gärungen, eine Wasserstoffgärung und eine Methangärung auftreten. Das Zerfallen von Zellwänden unter der Einwirkung von Mikroben aus Flusschlamm beobachtete im Jahre 1890 zuerst van Senus direkt unter dem Mikroskop. Seit dem Jahre 1895 hat sich Omeliansky, ein Schüler Winogradskys, in einer Reihe von Arbeiten mit der Cellulosegärung und ihren Erregern eingehend beschäftigt. Wir verdanken diesem Forscher wichtige Aufschlüsse über die letzteren und die durch dieselben ausgelösten Vorgänge. Mit bestem Erfolg bediente sich Omeliansky bei seinen Untersuchungen der von Winogradsky geschaffenen, uns bereits bekannten elektiven Kultur. Zur Impfung diente frischer Pferdekot und Flusschlamm. Die bereits erwähnten chemischen Untersuchungen über die Cellulosegärung, insbesondere diejenige von Hoppe-Seyler, liessen keinen Zweifel darüber, dass es sich bei der Cellulosegärung um eine typische anaërobe Gärung handelt und dass diese letztere jahrelang in einem an löslichen organischen Substanzen äusserst armen Medium veranstaltet werden kann. Diese Beobachtung diente Omeliansky als Fingerzeig für die elektive Kultur. Als Cellulosesubstrat benützte er Filtrierpapier, als Nährlösung eine solche von folgender Zusammensetzung:

Kalium phosphoricum 1,0, Magnesium sulfuricum 0,5, Ammonium sulfuricum oder phosphoricum 1,0, Natrium chloratum Spuren, destilliertes Wasser 1000,0 und Kreide im Überschuss, um die bei der Gärung entstehenden Fettsäuren zu neutralisieren, da sie sonst schliesslich die Bakterien vernichten würden. Die Kulturen wurden entsprechend der Tatsache, dass es sich um eine anaërobe Gärung handelt, vorsichtig vor Luft geschützt. Omeliansky beobachtete nun, dass bei gleicher Aussaat bald Methan-, bald Wasserstoffgärung auftrat. Es zeigte sich aber bald, dass sich das Einsetzen der einen oder der andern Gärung durch äussere Einwirkung bestimmen lässt. Nimmt man die Abimpfungen ohne Erwärmung vor, so setzt sich als Regel in der folgenden

Generation die Methangärung fest. Erhitzt man dagegen bei einer der ersten Abimpfungen die Kultur 15 Minuten lang auf 75° C, so sind hierdurch Bedingungen zur Entwicklung der Wasserstoffgärung geschaffen. Die Inkubationszeit beträgt bei der Methangärung in der Regel eine Woche, bei der Wasserstoffgärung dagegen drei bis vier Wochen. Wir wollen nun zuerst den Erreger der letzteren betrachten. Der Cellulose-Wasserstoffvergärer (Fig. 16), ein sporenbildender Bazillus, ist ein Beispiel eines Mikroorganismus mit streng spezialisierter Funktion, welche sich in bemerkenswerter Weise auf die Zersetzung eines unlöslichen, in chemischer Beziehung besonders widerstandsfähigen

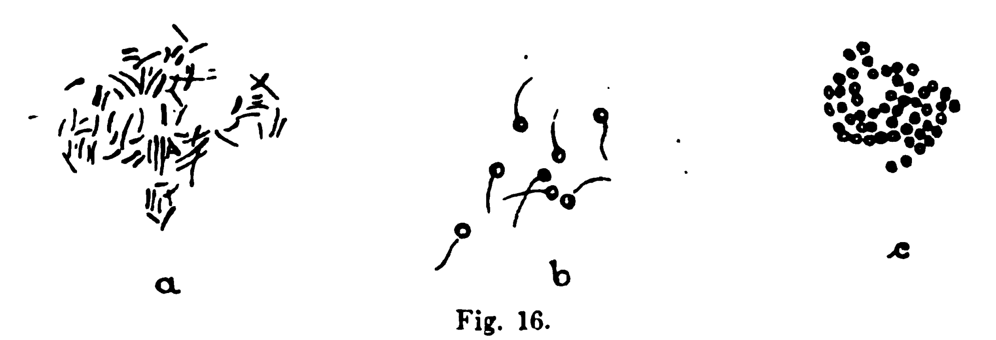


Fig. 16.
Bazillus der Cellulose-Wasserstoffgährung von W. Omeliansky.
a. Junge Stäbchen, b. Trommelschlegelform zur Zeit der Sporenbildung, c. Sporen.
1000fache Vergr.
Die Figuren sind nach den Photogrammen Omelianskys gezeichnet.

Stoffes beschränkt und sich nicht auf die von der grossen Mehrzahl der Organismen gesuchten Nährstoffe erstreckt. Der Bazillus färbt sich mit den gebräuchlichen Anilinfarben gut, dagegen bringt Jod in keinem Entwickelungsstadium eine Blaufärbung hervor; es hat also dieser Spaltpilz nichts mit dem Amylobacter van Tieghems (vergl. Fig. 17) gemein. Über die Produkte der Wasserstoffgärung gibt der nachstehende Versuch Omelianskys Aufschluss. 3,3471 g Cellulose lieferten:

2,2402 g Fettsäuren (Essigsäure, Buttersäure,
Spuren von Valeriansäure),
0,9722 g Kohlensäure,
0,011388 g Wasserstoff.

Vergleichen wir hiermit die Produkte der zweiten Art der bakteriellen Cellulosezersetzung, der Methangärung. Es lieferten z. B. 2,0065 g Cellulose:

1,0223 g Fettsäuren (Essigsäure und Buttersäure),
0,8678 g Kohlensäure,
0,1372 g Methan.

Der Erreger dieser Gärung ist dem Bacillus der Wasserstoffgärung morphologisch ausserordentlich nahe verwandt und lässt sich nur durch seine physiologische Leistung mit Sicherheit von seinem Kollegen unterscheiden. Im allgemeinen ist der Methanvergärer etwas kleiner, ebenso seine Sporen. In der Natur verlaufen die beiden Cellulosegärungen wohl in der Regel nebeneinander.

Wenden wir unsern Blick jetzt auf die übrigen in der Natur verbreiteten Kohlehydrate, sowie auf die ihnen chemisch sehr nahe stehenden mehratomigen Alkohole. Wenn auch speziell bei der Zersetzung dieser Verbindungen Hefe- und Schimmelpilze eine bedeutende Rolle im Boden spielen, so ist doch die Tätigkeit der Bakterien auch in dieser Beziehung eine sehr wichtige und vielseitige. Schon bei der Besprechung des Clostridium Pasteurianum wurde erwähnt, dass dieser Organismus Dextrose, Lävulose, Rohrzucker, Inulin, Galactose und Dextrin unter Bildung von Buttersäure, Essigsäure, Kohlensäure und Wasserstoff zu spalten vermag. Die Produkte der bakteriellen Gärung der Kohlehydrate und der mehratomigen Alkohole, deren Erreger sich in der Natur in ausserordentlicher Verbreitung finden, sind je nach der chemischen Natur dieser Körper, nach der Art der auf sie einwirkenden Bakterien, nach der Temperatur, nach dem Zutritt oder dem Mangel der Luft, nach der Anwesenheit anderer Substanzen etc. verschieden, worauf ebenfalls bereits bei den physiologischen Leistungen des Clostridium Pasteurianum hingewiesen wurde. Mehratomige Alkohole werden mitunter durch die Bakterien zuerst durch Oxydation in die nahverwandten Zuckerarten übergeführt. Die wichtigsten Zersetzungsprodukte sind fette Säuren, besonders Ameisensäure, Essigsäure, Propionsäure, Milchsäure, Buttersäure, Valeriansäure, Bernsteinsäure, ferner Kohlensäure und Wasserstoff; weniger häufig treten einatomige Alkohole, wie der Aethylalkohol, Propylalkohol, Butylalkohol, Amylalkohol, ferner Aceton auf. Wir bezeichnen eine solche Gärung nach dem in grösster Menge dabei auftretenden Zersetzungsprodukt als Essigsäuregärung, als Milchsäuregärung u. s. w. Die häufigsten und wichtigsten der bakteriellen Gärungen der Kohlehydrate und der mehratomigen

Alkohole sind die Milchsäure- und die Buttersäuregärung. Milchsäure entsteht durch eine ganze Reihe von Bakterien aus Milchzucker, Rohrzucker, Glucose, Lävulose, Galactose, Maltose, Stärke, Dextrin, Raffinose, Trehalose, Melecitose, Mannit, Sorbit, Inosit, Dulcit und Glycerin. Das oft erwähnte vielseitige Bacterium coli (vergl. Fig. 11) z. B., das übrigens nicht zu den sogenannten typischen Milchsäurebakterien gehört, spaltet nach A. Harden die Glucose im Sinne folgender Gleichung:

$$2\,C_6H_{12}O_6 + H_2O = 2\,C_3H_6O_3 + C_2H_4O_2 + C_2H_6O + CO_2 + 2\,H_2.$$

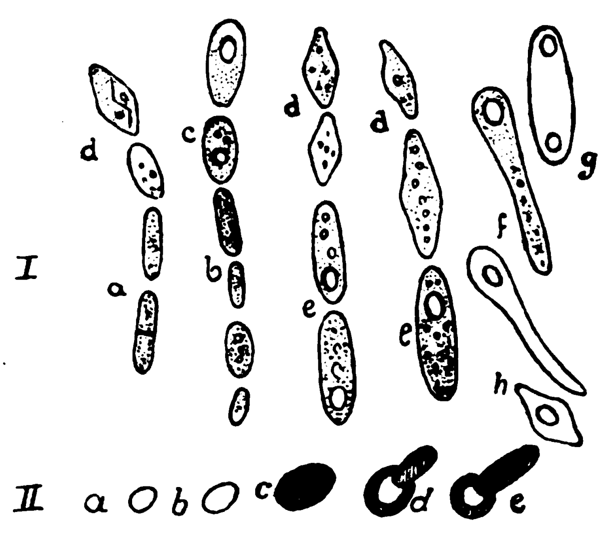


Fig. 17.

Bacillus amylobacter van Tieghem (Clostridium butyricum Prazmowski).

I. Dauersporenbildung. a. b. c. Stäbchen vor, d. e. während, f. g. h. nach der Sporenbildung.
II. Keimung der Dauersporen.
1020fache Vergr. Nach Prazmowski.

Die Buttersäuregärung, die wir bei der Bindung von elementarem Stickstoff durch Bakterien im Boden schon kennen gelernt haben, tritt ebenfalls sehr häufig auf. Ihre bekanntesten und verbreitetsten Erreger sind ausser dem Clostridium Pasteurianum (Fig. 2) der Bacillus amylobacter van Tieghem (Fig. 17), von Prazmowski Clostridium butyricum genannt, Bacillus butylicus Migula identisch mit Beyerincks Granulobacter butylicum und Bacillus butyricus Hueppe. Auch pathogene Arten besitzen die Fähigkeit der Buttersäureerzeugung, wie z. B. der Erreger des malignen Ödems und des blauen Eiters. Die Buttersäurebakterien sind meist fakultative Anaërobionten, doch gibt es auch

solche, die nur bei Sauerstoffanwesenheit zu gedeihen vermögen. Buttersäure wird durch Bakterien erzeugt aus Glucose, Rohrzucker, Milchzucker, Stärke, Glycogen, Glycerin, Mannit, Erythrit, Quercit, Sorbinose, Arabinose; einige Bakterienarten vermögen auch milchsauren und glycerinsauren Kalk in Buttersäure überzuführen. Die Spaltung der Glucose z. B. geht bei den meisten sie vergärenden Bakterien in der Hauptsache im Sinne folgender Gleichung vor sich:

$$C_6H_{12}O_6 = C_4H_8O_2 + 2\,CO_2 + 2\,H_2.$$

Manche Bakterien erzeugen indes aus bestimmten der hier in Betracht kommenden Nährmedien so grosse Mengen von Butylalkohol oder Isobutylalkohol, dass man z. B. bei der Maltosegärung durch Bacillus butylicus Migula von einer Butylalkoholgärung spricht. Dass Beyerinck den typischen Buttersäurebakterien im Boden ganz allgemein das Stickstoff-Fixationsvermögen zuschreibt, wurde schon früher erwähnt.

Die bei der Spaltung der Kohlehydrate und der mehratomigen Alkohole auftretenden fetten Säuren und Alkohole teilen im Boden das Schicksal der in Fetten und Ölen vertretenen, in der Regel mehratomigen Fettsäuren und mehratomigen Alkohole. Es sind allerdings verhältnissmässig wenig Untersuchungen über die Zerstörung von Fetten und Ölen im Boden bis jetzt ausgeführt worden. Zu erwähnen sind vor allem die zwölfjährigen grundlegenden Versuche Rubners über die Spaltung und Zersetzung von Fetten und Fettsäuren im Boden und in Nährlösungen, wobei allerdings die dabei tätigen Arten nicht näher berücksichtigt sind. In sterilisiertem Boden trat wohl eine geringe Fettspaltung, aber keine Fettgärung ein. Unter natürlichen Bedingungen wird das Neutralfett im Boden gespalten und dann unter sehr schnellem Verschwinden des Glycerins aufgezehrt und zu Kohlensäure und Wasser verbrannt. Dabei sind neben Bakterien auch Schimmelpilze in ganz hervorragender Weise beteiligt. Beschleunigt wird die Fettzersetzung durch das Vorhandensein passender Bakteriennährstoffe, sowie durch Zugabe von Kalk. Von den Bakterien, welche imstande sind, Fette und Öle zu spalten, sind nach den Untersuchungen von Duclaux, Krüger, Riemann, Reissmann, O. Laxa, Orla Jensen u. a. Bacillus fluorescens liquefaciens, Bacillus fluorescens non liquefaciens und Bacillus prodigiosus die verbreitetsten.

Ausser den Bakterien sind es dann besonders Oïdium lactis, Cladosporium butyri, sowie Mucor- und Penicillium-Arten, deren Tätigkeit hier in Betracht kommt. Neuerdings hat J. König im Verein mit A. Spickermann und W. Brenner anschliessend an die Arbeiten von Hebebrand, Welte und Scherpe, Reitmayer, von Rothausen und Baumann die Fettzersetzung und Fettzehrung durch Mikroorganismen in Futtermitteln beim Aufbewahren näher verfolgt. Die dabei beobachteten Spaltpilze gehören sämtlich zur Gruppe der Heu- nnd Kartoffelbazillen. Bei einem Wassergehalt unter 14 % trat keine Fettzehrung ein, bei einem solchen zwischen 14 % und 30 % entfalteten die Mycelpilze eine rege Tätigkeit, während bei einem Wassergehalt von über 30 % die Bakterien die Oberhand bei der Fettzerstörung gewannen. Die der Fettzehrung, wie es scheint, stets vorausgehende Spaltung in Glycerin und freie Fettsäuren wird durch Enzyme, die sogenannten Lipasen, ausgelöst.

Es erübrigt uns jetzt noch, der Tätigkeit der Bodenbakterien bei der Zersetzung der Knochen kurz zu gedenken. In dieser Beziehung hat Stoklasa einige Beobachtungen mit Knochenmehl angestellt. Er verwandte zu seinen Versuchen Bacillus megatherium, fluorescens liquefaciens, proteus vulgaris, butyricus Hueppe, mycoides und mesentericus. Er konstatierte einen bedeutenden Unterschied bei den einzelnen Arten betreffs ihrer Energie bei der Transformation des in den Knochen enthaltenen Stickstoffs in die Amidform und bei der Auflösung der Phosphorsäure. Am raschesten arbeitete Bacillus megatherium, den Stoklasa irrtümlicherweise für identisch mit dem Alinitbazillus hält; sodann Bacillus mycoides. Von deutlichem beschleunigendem Einfluss auf die knochenzersetzende Tätigkeit der hier in Betracht kommenden Bodenbakterien ist nach Stoklasa die Gegenwart von Kohlehydraten.

Bisher haben wir bei der Betrachtung der Bakterientätigkeit beim organischen Kreislauf nur die Elemente Stickstoff, Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff berücksichtigt. Die Arbeit der Bodenbakterien erstreckt sich indes dank der staunenswerten Vielseitigkeit der Spaltpilze in ihren physiologischen Leistungen auch auf die für das organische Leben wichtigen Elemente des Schwefels und Eisens und wir können auch hier von einem Kreislauf dieser Elemente sprechen, der durch die sogenannten Schwefel-

resp. Eisenbakterien ausgelöst wird. Die hier in Betracht kommenden chemischen Verbindungen Schwefelwasserstoff und Ferrobicarbonat können natürlich sowohl tellurischen wie organischen Ursprungs sein. Die Schwefel- und Eisenbakterien leben zwar fast ausnahmslos in schwefel- resp. eisenhaltigen Wässern, doch können sie zum Teil, wie wir später noch sehen werden, unter bestimmten Umständen auch in gewissen Böden vorkommen.

Die Schwefelbakterien stellen eine aus den verschiedensten Arten zusammengesetzte physiologische Gruppe dar, die wir be-

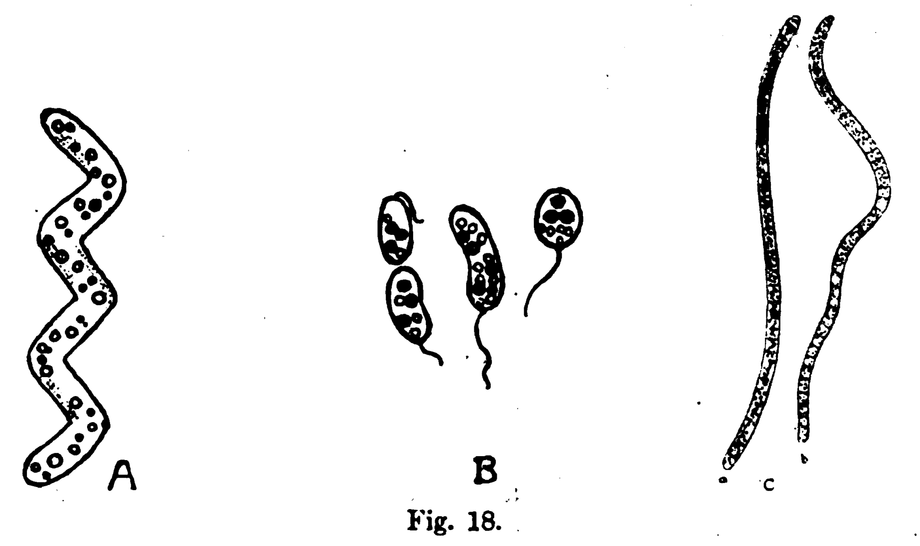


Fig. 18.

Verschiedene Schwefelbakterien.

A. Spirillum sanguineum (Ehrenb.) Cohn. Eine Purpurschwefelbakterie mit Schwefelkörnchen. 1000fache Vergr. Nach Migula.

B. Pseudomonas Okenii Cohn. Eine Purpurschwefelbakterie mit Schwefelkörnchen. 660fache Vergr. Nach Warming.

C. Beggiatoa alba (Vauch.) Trev. a. Lebender Faden mit Schwefelkörnchen, b. Faden nach Behandlung mit Schwefelkohlenstoff. 300fache Vergr. Nach Migula.

reits bei der Einteilung der Spaltpilze kurz kennen gelernt haben (vergl. Fig. 18 A, B und C). Sie besitzen die auffallende Eigenschaft, des sonst sehr giftigen Schwefelwasserstoffs als unentbehrlichen Nährstoffs zu bedürfen. Dieser findet sich, abgesehen von natürlichen Schwefelwässern, überall da, wo Eiweisstoffe zersetzt werden. Die Schwefelbakterien verbrennen, vermutlich zur Energiegewinnung, den Schwefelwasserstoff zunächst zu Schwefel, der in Form von Körnern oder Tröpfchen in den Zellen aufgespeichert, sodann aber weiter zu Schwefelsäure oxydiert wird; diese wird ausgeschieden und durch anwesende Karbonate der alkalischen

Erden zu Sulfaten abgesättigt, die wiederum von den Pflanzen bei ihrer Ernährung verwendet werden.

Die zur Gruppe der Scheidenbakterien gehörenden, den Wassertechnikern genügsam bekannten Eisenbakterien oxydieren, wahrscheinlich ebenfalls zur Energieerzeugung, Ferrobikarbonat zu Ferrihydroxyd, das sich in den Scheiden ablagert. Das Ferrobikarbonat findet sich ausser in den sogenannten natürlichen Eisenwässern, besonders in sumpfigen und stehenden Gewässern, wo organische eisenhaltige Stoffe zersetzt werden.

Gleichfalls zu den Scheidenbakterien, deren Bau die Figuren 19 und 20 erläutern mögen, gehören einige Organismen, deren hier noch gedacht sei: der von Kullmann entdeckte und beschriebene Erreger des Erdgeruches Streptothrix odorifera und einige der sogenannten thermophilen Bakterien. P. Salzmann, welcher in letzter Zeit der Streptothrix odorifera eine physiologisch-chemische Studie gewidmet hat, beobachtete, dass dieser eigentümliche Geruch nur beim Vorhandensein bestimmter chemischer Verbindungen auftritt. Während die Salze der Oxalsäure, der Mono- und Monoxykarbonsäuren überhaupt nicht verwendet werden, benützt der Organismus zwar die Dikarbonsäuren, welche neben den beiden Karboxylgruppen noch die CH_2 oder CH OH-Gruppe enthalten, wie die Bernsteinsäure, Apfelsäure, Weinsäure, Citronensäure, der charakteristische Geruch tritt jedoch nur bei den drei letzten Säuren auf.

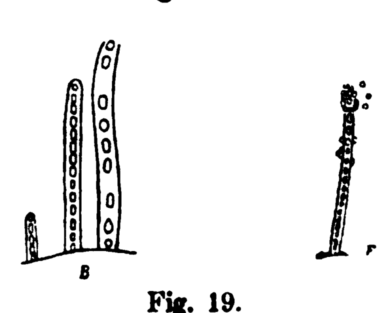


Fig. 19.

Scheidenbakterien.

B. Festsitzende Fäden von Streptothrix epiphytica Migula.
F. Conidienbildender Faden von Streptothrix fluitans Migula.
500fache Vergr. Nach Migula.

Die sogenannten thermophilen Bakterien, von denen, wie soeben erwähnt, ein Teil gleichfalls zu den Scheidenbakterien gehört, finden sich sehr verbreitet in den oberflächlichen Bodenschichten. Sie besitzen die Eigentümlichkeit, noch bei Temperaturen von 50—70° zu gedeihen; sie sind nicht pathogen, meist fakultativ anaërob und sporenbildend.

Nachdem wir die Bodenbakterien in ihren Leistungen im Boden selbst kennen gelernt haben, wollen wir zum Schluss noch die hygienische Bedeutung der Bodenbakterien streifen.

Bekanntlich schreibt man dem Boden vielfach eine bedeu-

tende Rolle für das Zustandekommen und die Verbreitung von Epidemien zu. Aber so vielfach diese Frage auch studiert worden ist und wie viele Theorien über die Beziehung des Bodens zu den Infektionskrankheiten aufgestellt worden sind, das überaus wichtige Problem harrt noch einer befriedigenden Lösung.

Die bemerkenswerte Tatsache, dass manche Bakterien unter ungenügend bekannten Umständen, im Boden plötzlich in grosser Menge auftreten, um ebenso rasch wieder zu verschwinden, wurde bereits früher erwähnt. Für die pathogenen Bakterien scheint der Boden indes im allgemeinen mehr als Konservierungs- wie als Vermehrungsstätte in Betracht zu kommen. In grosser Verbreitung finden sich in gedüngter Erde die Erreger des malignen Ödems und des Tetanus, während andere pathogene Bakterien, denen man im Boden einmal ausnahmsweise begegnet, bei Versuchen nach kürzerer oder längerer Zeit im Boden schliesslich zu Grunde gingen. Eine Ausnahme machen hier, wie wir aus verschiedenen Tatsachen schliessen müssen, bis jetzt nur der Typhus —, Rauschbrand — und Milzbrandbazillus und wahrscheinlich auch der Choleravibrio. So hat man z. B. schon öfters die Wahrnehmung gemacht, dass unter Arbeitern, die mit Erdarbeiten in als verseucht zu betrachtenden Böden beschäftigt waren, Abdominaltyphus ausgebrochen ist. Ferner wissen wir von dem Milzbrandbazillus, dass er als fakultativer Parasit auch ausserhalb seines lebenden Wirtes unter gewissen Umständen auf saprophytische Weise von toten Stoffen sich ernähren und eventuell sogar vermehren kann. Sporen bildet er überhaupt nur bei der letzteren Lebensweise. So kommt es, dass bestimmte Weiden z. B. immer wieder Milzbrand erzeugen können, da die Tiere mit dem Futter die Milzbrandbazillen oder Milzbrandsporen in sich aufnehmen. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei dem Rauschbrandbazillus. In letzter Zeit hat man

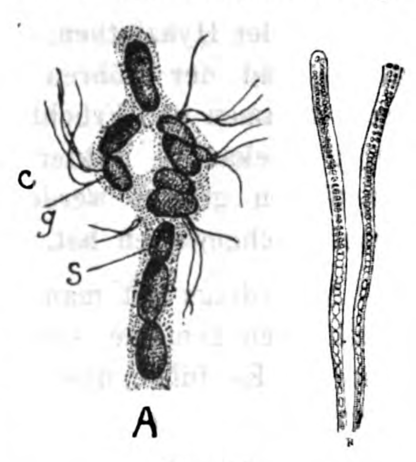


Fig. 20.

A. Cladothrix dichotoma Cohn.
Spitze eines gonidienbildenden Fadens (s), g. die aufgelockerte Scheide, c. die Gonidien mit Geisseln.
1000fache Vergr. Nach Alfred Fischer.

B. Crenothrix polyspora Cohn.
Gonidienbildung.
300fache Vergr. Nach Migula.

beobachtet, dass auch niedere Tiere im Boden von Infektionskrankheiten betroffen werden. So beschreibt Cavara ein Bakterium, das die Larven der Saateule Agrotis segetum infiziert, bis zur Mumifikation durchwuchert und deformiert. Die getöteten Larven werden braun und brüchig.

Wenden wir uns jetzt noch zu den phytopathogenen Bakterien des Bodens. Die Existenz von pflanzeninfizierenden Bakterien ist vielfach bestritten worden. Wir kennen jetzt aber mit Sicherheit verschiedene bakterielle Pflanzenkrankheiten, die man als Bakteriosen bezeichnet, so z. B. die Nassfäule der Kartoffeln, der Rotz der Hyazinthen, die Bakteriosis der Kohlrabi, der weissen Rüben und der Möhren u. s. w. Auch die dem Boden anvertrauten Samen und Früchte können durch manche noch nicht genügend bekannte Bakterien und andere Mikroorganismen unter Umständen getötet werden, wie dies Hiltner für Leguminosensamen nachgewiesen hat.

Neuerdings hat man beobachtet, dass bei solchen Pflanzenkrankheiten gemeine, sonst nicht pathogene Arten sich beteiligen können. Es führt uns diese Tatsache zu der ganz allgemein überaus wichtigen Frage, welche gemeinen saprophytischen Bakterien vermögen eventuell parasitäre Eigenschaften anzunehmen und unter welchen Umständen tun sie dies? E. Laurent gibt an, dass Bacterium coli commune und Bacillus fluorescens putidus durch eine Reihe von Passagen auf Kartoffeln und Möhren diesen und andern Knollengewächsen gegenüber parasitäre Eigenschaften erlangen, die durch künstliche Verminderung der Acidität des Zellsaftes sichtlich gefördert werden. Dasselbe hat L. Lepoutre für Bacillus fluorescens liquefaciens, B. mycoides und B. mesentericus behauptet. Er bemerkt noch, dass die mineralische Ernährung eine deutliche Einwirkung auf die Widerstandsfähigkeit knolliger Gewächse gegenüber der Bakterieninfektion habe. So prädisponierte bei seinen Versuchen mit Steckrüben und Karotten ein Übermass von Stickstoff oder Kalkdüngung zur bakteriellen Fäulnis, während die Phosphate den Widerstand dieser Pflanzen gegenüber den virulenten Bakterien erhöhte.

Über das Verhalten des Heubazillus (Bac. subtilis) und des zur Gruppe der Kartoffelbakterien gehörenden Bacillus vulgatus als Pflanzenparasiten hat C. J. J. van Hall eine Studie veröffent-

licht. Darnach sollen diese Spaltpilze bei höherer Temperatur sehr toxische Eigenschaften für viele Pflanzen annehmen und als virulente Fäulnisserreger auftreten. Bei dem Heubazillus soll dies bei Temperaturen über 23°, bei der Kartoffelbakterie bei solchen über 30° der Fall sein.

Eine bekannte Erscheinung ist es auch, dass auf manchen Böden bei fortwährender oder zu oft wiederholter Kultur derselben Pflanzen diese nicht mehr gedeihen; wir sprechen z. B. von Leguminosenmüdigkeit, Rebenmüdigkeit, Zuckerrübenmüdigkeit des Bodens. Auch hierfür hat man vielfach die bakteriellen Verhältnisse der betreffenden Böden verantwortlich gemacht. Auch die sogenannten Wurzelfäuleböden, wie sie besonders in den Tropen bei den Zuckerrohrfeldern auftreten, sollen durch Bakterien bedingt sein. Kamerling hat einen solchen typischen Wurzelfäuleboden untersucht und in diesem Eisenbakterien, die in gesunden Böden nicht angetroffen werden, in grosser Verbreitung gefunden, während Schimmelpilze dabei sehr zurücktraten. Die Ursache der untersuchten Wurzelfäule sieht Kamerling in durch anaërobe Bakterien ausgelösten Reduktionsprozessen, die zur Bildung von Eisenoxydul und Schwefelwasserstoff führen.

Auch die Frage, ob für Menschen und Tiere pathogene Bakterien als Pflanzenparasiten auftreten können, ist von eminenter Wichtigkeit. Denn auf diesem Wege könnten sie dann leicht zu Infektionen Veranlassung geben. Die bisherigen diesbezüglichen Untersuchungen haben zu widersprechenden Resultaten geführt. Doch scheint es, dass die Gefahr in dieser Beziehung glücklicherweise nicht sehr gross ist.

Überblicken wir zum Schlusse nochmals unsere Ausführungen über die mannigfaltige teils nützliche, teils schädliche Tätigkeit der Bodenbakterien, so sehen wir, dass es wichtige und bedeutungsvolle Probleme sind, welche die Bodenbakteriologie schon gelöst hat und noch zu lösen hat. Aber bunt und verworren ist das Leben und Treiben der Mikroorganismen im Boden und wenn auch das Auge des Forschers manches in diesem wechselvollen Treiben geschaut und beobachtet hat, so gibt es doch noch so manche dunkle Ecke in dessen weitem Bereich, deren Aufhellung für Wissenschaft und Praxis von grossem Nutzen sein würde.

Aber gerade dieser Umstand ist es, der das Studium der Bodenbakteriologie trotz der grossen Schwierigkeiten zu einem besonders reizvollen und genussreichen macht. Gibt es doch keine höhere Befriedigung für die wissenschaftliche Forschung, als das erhabene Bewusstsein, Hand in Hand mit der Praxis für das Wohl der Menschheit tätig zu sein.

Jean Lamarck.

Von **Walther May,**

Privatdozent der Zoologie an der Technischen Hochschule.

Es ist eine interessante Erscheinung, dass in der zweiten Hälfte des achtzehnten und der ersten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts in Deutschland, England und Frankreich drei Naturphilosophenschulen auftraten, die ganz unabhängig von einander im wesentlichen dieselben Gedanken über die Entstehung der organischen Wesen entwickelten. In Deutschland waren Oken, Treviranus und Goethe, in England Erasmus Darwin, in Frankreich Lamarck und Geoffroy Saint Hilaire die Häupter dieser Schulen. Als der bedeutendste von ihnen gilt gewöhnlich Jean Lamarck, ja er wird vielfach als der erste wissenschaftliche Begründer der Deszendenztheorie und als der Vater der Lehre von der Entstehung der Arten durch Vererbung funktioneller Abänderungen gefeiert. Dies ist insofern nicht ganz richtig, als Erasmus Darwin, der Grossvater des grossen Reformators der Biologie, schon mehrere Jahre früher diese Lehre begründet hat. Jedenfalls nimmt Lamarck aber eine hervorragende Stellung in der Geschichte der Deszendenztheorie ein, und sein Leben und Streben im Dienste denkender Naturforschung ist von hohem Interesse.

Jean Lamarck wurde im Jahre 1744 in einem kleinen Orte der Pikardie als elftes Kind eines angesehenen, aber wenig begüterten Edelmannes geboren. Sein Vater schickte ihn auf die Jesuitenschule, deren geistigem Zwang er sich durch die Flucht entzog. Er wurde Soldat, zeichnete sich aus, avancierte zum Offizier, musste aber dann wegen einer Halswunde den Abschied nehmen. Er warf sich jetzt auf das Studium der Botanik, veröffentlichte eine ausgezeichnete Flore française und wurde infolgedessen Mitglied der Pariser Akademie und Professor am Jardin des Plantes. Als solcher hatte er über die Naturgeschichte der wirbellosen Tiere zu lesen. Er arbeitete sich gründlich in das neue Fach ein und legte die Resultate seiner Studien in einem

grossen Werk über die wirbellosen Tiere nieder. In späteren Jahren geriet er mit seiner zahlreichen Familie in grosse Not und starb im Jahre 1829 in äusserst dürftigen Verhältnissen, nachdem er viele Jahre vorher gänzlich erblindet war.

Lamarck verdankte seinen Ruf als Naturforscher zunächst nicht seinen naturphilosophischen, sondern den eben erwähnten systematischen Schriften. Die naturphilosophischen Arbeiten waren eher dazu angetan seinen wissenschaftlichen Ruf zu beeinträchtigen. Erst nach Darwins glänzender Neubegründung der Deszendenzlehre ist Lamarcks naturphilosophisches Hauptwerk, die im Jahre 1809 erschienene Philosophie zoologique, wieder ans Licht gezogen worden und hat auch eine deutsche Übersetzung durch Arnold Lang, den verdienten vergleichenden Anatomen, erfahren.

Lamarck war wie Erasmus und Charles Darwin eine universale Natur: Philosoph, Geolog, Botaniker und Zoolog in einer Person. Seine philosophischen Ansichten hat er in der 1830 erschienenen Schrift: „Système analytique des connaissances positives de l'homme“ niedergelegt. Darin fragt er zunächst, auf welchem Wege wir zu sichern Erkenntnissen gelangen und beantwortet diese Frage dahin, dass alle sichern Erkenntnisse aus der Beobachtung entspringen. Damit meint er nicht nur die direkte Beobachtung, sondern auch das Ziehen richtiger Konsequenzen aus ihr. Die direkten Beobachtungen sind vollständig sicher und exakt, die daraus gezogenen Konsequenzen nähern sich der Wahrheit mehr oder weniger.

Weiter fragt Lamarck, was der Beobachtung zugänglich, was beobachtbar ist. Beobachtbar sind die Stoffe und Körper, die Bewegungen, Veränderungen und Eigenschaften dieser Stoffe und Körper und die Gesetze, nach denen diese Bewegungen und Veränderungen vor sich gehen.

Alle Körper sind in steter Veränderung und Bewegung begriffen, nirgends herrscht absolute Ruhe. Daraus folgt, dass eine allgemeine Macht existiert, die die Ursache aller Veränderungen und Bewegungen ist: die Natur.

Die Natur ist etwas Immaterielles. „Die Materie ist dem, was wir unter Natur verstehen, vollständig fremd!“ Die Natur wirkt blind, notwendig, mechanisch, ohne Absichten und Zweck. Sie ist weder selbstbewusst, noch vernünftig, keine Intelligenz,

abhängig und beschränkt. Ihr einziger Wirkungsbezirk ist die Materie. Sie verändert die Materie beständig und bringt so alle Körper und Erscheinungen hervor. Die Summe aller dieser Körper ist das Universum. Das Universum ist also das notwendige, mechanische und natürliche Produkt der Natur und der Materie.

Die Materie ist durchaus passiv, träge, ohne eigene Bewegung und Tätigkeit, sie hat nur Eigenschaften, keine Fähigkeiten. Nur durch die Natur kann sie in Bewegung versetzt werden. Wir haben hier einen vollendeten Dualismus von Natur und Materie, der aber mit Mechanismus verbunden ist.

Alle Erscheinungen werden durch mechanische, natürliche Ursachen hervorgebracht und sind durchaus gesetzlich und notwendig. Das Zustandekommen der Natur und der Materie selbst können wir uns aber nicht mehr aus natürlichen mechanischen Ursachen erklären. Für ihre Entstehung nimmt Lamarck eine ausser- und übernatürliche Ursache, einen Gott an. Er ist also Dualist und Deist, zugleich aber Mechanist.

Als Mechanist wendet er sich gegen die teleologische Erklärung der organischen Erscheinungen:

„Hauptsächlich bei den Organismen", sagt er, „und ganz speziell bei den Tieren glaubte man in den Verrichtungen der Natur einen Zweck zu erblicken. Ein solcher Zweck ist indes hier, wie anderswo, bloss Schein, nicht Wirklichkeit. Die Wirklichkeit hat bei jeder besonderen Organisation unter diesen Naturkörpern eine durch natürliche Ursachen und stufenweise zu stande gekommene Ordnung der Dinge, durch eine fortschreitende, von den Umständen bedingte Entwicklung von Teilen das herbeigeführt, was nur Zweck erscheint und was in Wirklichkeit reine Notwendigkeit ist. Das Klima, die Lage, die Medien, in denen die Organismen leben, die Mittel zum Leben und zur Selbsterhaltung, kurz, die spezifischen Verhältnisse, in denen jede Art lebte, haben die Gewohnheiten dieser Art herbeigeführt, diese haben die Organe der Individuen umgemodelt und angepasst. Die Folge davon ist, dass die Harmonie, die zwischen der Organisation und den Gewohnheiten der Tiere existiert, uns als vorbedachtes Resultat erscheint, während sie bloss ein notwendig herbeigeführtes Resultat ist."

An die Erörterung der philosophischen Ansichten Lamarcks schliessen wir die seiner geologischen. In seiner 1801 erschienenen

Hydrogeologie wirft er vier Hauptfragen auf. Die erste bezieht sich auf die natürlichen Folgen des Einflusses und der Bewegungen des Wassers auf der Erdoberfläche. Lamarck glaubt, dass durch die Bewegungen des süssen Wassers die ausserordentliche Mannigfaltigkeit in der Bodengestalt der Kontinente entstand: Berge, Thäler, Hochebenen etc.

Die zweite Frage lautet: Warum hat das Meer beständig ein Becken und bestimmte Grenzen, die es von den immer über es hervorragenden trockenen Teilen der Erdoberfläche trennen? Darauf antwortet Lamarck, dass die Bewegungen des Meeres, Wellen, Meeresströmungen u. a. eine beständige Aushöhlung des Meeresbeckens bewirken und so dessen Verflachung durch die fortwährend von den Flüssen zugeführten festen Bestandteile verhindern. Diese werden an den Küsten durch das Meer wieder ausgeworfen.

Trotz der Aushöhlung durch die Meeresbewegungen würden sich aber die Meeresbecken mit der Zeit anfüllen, wenn sich die Lage der Meere nicht veränderte. Dies ist Gegenstand der dritten Frage.

Die Meere müssen zunächst aus allgemeinen physikalischen Gründen ihre Lage verändern. Das Wasser der Meere dreht sich von Westen nach Osten um die Erdachse. Da das Wasser wegen der leichten Verschiebbarkeit seiner Teile der Anziehungskraft des Mondes eher gehorchen kann als die trockenen und festen Teile der Erdrinde, so muss es etwas langsamer rotieren als diese. Daraus ergibt sich mit bezug auf das Festland eine langsame Bewegung des Meeres nach Westen. Die Wassermassen des Meeres prallen infolgedessen beständig gegen die östlichen Küsten der Kontinente und überfluten sie immer mehr, während die westlichen Küsten vom Meere verlassen werden.

Es lassen sich aber auch tatsächliche Gründe dafür anführen, dass Teile des jetzigen Festlands wirklich früher vom Meere bedeckt waren. Solche Gründe bieten die fossilen Tiere und Pflanzen, vor allem die Muscheln auf dem Festland und auf hohen Bergen. Lamarck bestreitet entschieden, dass sie durch grosse Katastrophen dahin gelangt seien. Sie haben vielmehr an denselben Orten gelebt, an denen wir sie jetzt finden. Denn die Tatsache, dass bei den Muscheln gewöhnlich noch beide Schalen vorhanden sind, verträgt sich nicht mit der Annahme allgemeiner Katastrophen.

Da man nun überall auf dem Festland Meeresfossilien antrifft, so muss das Meer in seiner Bewegung von Osten nach Westen wenigstens einmal um die ganze Erde herumgewandert sein.

Lamarcks vierte und letzte geologische Frage bezieht sich auf den Einfluss der Organismen auf die Stoffe der Erdkruste und die allgemeinen Resultate dieses Einflusses. Er schliesst aus den Korallenriffen, Muschelbänken und Steinkohlenlagern, dass aller Kalk auf der Erdoberfläche durch tierische, alle Kohle durch pflanzliche Tätigkeit entstanden sei. Ja, er geht noch weiter und meint, dass überhaupt sämtliche Mineralien und Felsarten, mit Ausnahme des Quarzes, als direkte oder indirekte Produkte organischer Tätigkeit zu betrachten seien.

Wir sehen aus diesen geologischen Ansichten Lamarcks, dass er zur Erklärung aller geologischen Erscheinungen nur die heute noch wirksamen Kräfte annimmt und die Katastrophenlehre abweist, also das Lyellsche Prinzip des Aktualismus antizipiert. Daher konnte er auch die Entstehung der Organismen unter diesem Gesichtspunkt betrachten.

In bezug auf die Erforschung der organischen Natur betont Lamarck wiederholt, dass der Naturforscher nicht nur darauf ausgehen solle, neue Arten zu entdecken, genau zu beschreiben, abzubilden und in ein System zu bringen, sondern dass er bestrebt sein solle, die innere Organisation zu erkennen und die Beziehungen der Organismen zu einander und zu andern Naturkörpern.

„Man weiss“, sagt er, „dass jede Wissenschaft ihre Philosophie haben muss. Nur dann macht sie wahre Fortschritte. Vergebens werden sonst die Naturforscher ihre ganze Zeit darauf verwenden, neue Arten zu beschreiben, alle Nüancierungen und die geringsten Eigentümlichkeiten ihrer Abänderungen aufzufinden, um die ungeheure Liste der verzeichneten Arten zu vermehren.“

In diesem Sinne untersucht Lamarck vor allem das Verhältnis der organischen zur anorganischen Natur. Linné hatte Mineralien, Pflanzen und Tiere als drei gleichwertige Naturreiche gegenübergestellt: Lapides crescunt, plantae vivunt et crescunt, animalia vivunt et crescunt et sentiunt. Diese Einteilung wird von Lamarck bestritten. Er unterscheidet nur zwei Hauptreiche: anorganische Körper und Organismen. Erst die letzteren zerfallen wieder in zwei grosse Abteilungen: Tiere und Pflanzen.

Lamarck bestreitet ferner die Ansicht, dass sich alle Natur-

körper in eine einzige ungeteilte Reihe bringen lassen: Mineralien — einfachste Pflanzen bis vollkommenste Pflanzen — einfachste Tiere bis vollkommenste Tiere. Er leugnet das Vorhandensein von Übergängen zwischen Pflanzen und Mineralien. Die Welt der Organismen ist durch eine grosse Kluft von der Welt der Anorgane getrennt. Doch behauptet er nicht eine absolute Verschiedenheit beider Reiche. Der Unterschied ist zwar sehr gross, aber nur relativ. Es gibt keinen besondern Lebensstoff und keine besondere Lebenskraft. Das Leben ist eine ganz natürliche, den allgemeinen Naturgesetzen unterworfene Erscheinung.

„Die Natur kompliziert ihre Mittel niemals, wenn es nicht nötig ist; wenn sie alle Erscheinungen der Organisation mit Hilfe der Gesetze und Kräfte, denen alle Körper allgemein unterworfen sind, hat hervorbringen können, so hat sie dies ohne Zweifel getan und hat nicht, um einen Teil ihrer Erzeugnisse zu regieren, Gesetze und Kräfte geschaffen, die denen, die sie anwendet, um den andern Teil zu regieren, entgegengesetzt sind."

Um über das Wesen des Lebens ins klare zu kommen, müssen wir die einfachsten Organismen untersuchen.

„Man kann in der Tat erst nach der Untersuchung der einfachsten Organisation wissen, was wirklich für die Existenz des Lebens in einem Körper wesentlich ist; denn bei einer komplizierten Organisation ist jedes hauptsächliche innere Organ für die Erhaltung des Lebens notwendig, wegen seiner innigen Verknüpfung mit allen andern Teilen des Organsystems und weil dieses System nach einem Plan gebildet ist, der diese Organe erfordert. Daraus folgt aber nicht, dass diese Organe für die Existenz des Lebens in jedem Organismus notwendig sind."

Auf Grund dieser Untersuchung der einfachsten Lebewesen kommt Lamarck zu dem Resultat, dass das Leben eine Summe bestimmter, sehr komplizierter Bewegungen der Bestandteile eines Organismus ist, die auf die physikalische und komplizierte chemische Beschaffenheit des materiellen Substrats der Organismen zurückzuführen sind.

Mit dieser Auffassung steht seine Lehre von der Urzeugung im Einklang. Er hält diese für eine erwiesene Tatsache, da es rein unmöglich sei, dass so zarte Organismen wie die Infusorien Sporen erzeugen können, die den Winter überdauern. Er verwirft aber die Entstehung hochorganisierter Tiere und Pflanzen

durch Urzeugung und hält nur die Bildung der allereinfachsten Wesen aus anorganischer Materie für möglich.

Wie zwischen Organismen und Anorganen so stellt Lamarck auch einen Vergleich zwischen Pflanzen und Tieren an. Er protestiert gegen die Ansicht, dass sich die Tiere von den Pflanzen durch Empfindung und willkürliche Bewegung absolut unterscheiden. Doch glaubt er, dass zwischen beiden Reichen ein durchgreifender Unterschied besteht und bestreitet, dass das Pflanzenreich irgendwo in das Tierreich übergeht. Denn die Zoophyten oder Pflanzentiere sind durchaus echte Tiere, die mit den Pflanzen nichts gemein haben als die Stockbildung. Wenn die Pflanzen mit den Tieren zusammenhingen, so könnte dies nur bei denen der Fall sein, deren Organisation am einfachsten ist. Wenn hier ein Übergang vorhanden wäre, so müssten Pflanzen und Tiere zwei am Grunde wie die beiden Striche eines V verbundene Zweige darstellen. Lamarck glaubt jedoch, dass auch hier kein Zusammenhang existiert, sondern dass jeder Zweig vom andern am Grunde getrennt ist. Durch Urzeugung entstehen sowohl einfachste Tiere als einfachste Pflanzen. Aus den einfachsten Tieren entsteht das Tierreich, aus den einfachsten Pflanzen das Pflanzenreich. Damit gelangen wir zur Erörterung der Lamarckschen Deszendenztheorie.

Die ersten Keime dieser Theorie finden wir bereits 1801 in der Hydrogeologie, die erste ausführliche Darstellung 1802 in den „Recherches sur l'organisation des corps vivans". 1809 folgt die Hauptdarstellung in der „Philosophie zoologique", 1815 eine Wiederholung in anderer Form, aber dem Inhalt nach unverändert in der Einleitung zur „Histoire naturelle des animaux sans vertèbres".

Lamarck geht in seiner Deszendenzlehre von dem Gedanken aus, dass der Naturforscher innerhalb der Naturwissenschaft das, was der Kunst angehört, zu unterscheiden habe von dem, was der Natur eigen ist. Gattungen, Familien, Ordnungen und Klassen sind künstliche, allerdings unentbehrliche Hilfsmittel des Menschen. Die Grenzen dieser Gruppen sind willkürlich und ergeben sich aus unserer mangelhaften Kenntnis der Lebensformen, die auf der Erde existiert haben und noch existieren. Würde man all diese Formen kennen, so würde man überall Übergangsformen finden.

„Die Natur", sagt Lamarck, „hat in Wirklichkeit in ihren Erzeugnissen weder konstante Klassen, Ordnungen, Familien und

Gattungen, noch auch konstante Arten gebildet, sondern nur Einzelwesen, die aufeinander nachfolgen und die denen gleichen, die sie hervorgebracht haben."

Wenn man sämtliche Organismen nach ihren natürlichen Beziehungen aneinander reiht, so finden wir, dass sich in beiden Reichen zwischen den niedrigst und höchst organisierten Formen stufenweise Übergänge vorfinden, eine stetig zunehmende Komplikation der Organisation. Diese besteht aber nur in bezug auf die Hauptgruppen, diese allein bilden eine einfache linienförmige Stufenleiter, die Arten, Gattungen und Familien sind dagegen seitliche Abzweigungen dieser Hauptlinie.

Als Kriterium der Vollkommenheit eines Organismus betrachtet Lamarck die Organisation des Menschen. Der Mensch ist das vollkommenste Tier weil er die komplizierteste Organisation und die meisten Fähigkeiten hat. Je mehr daher ein Organismus mit dem menschlichen übereinstimmt, desto vollkommener ist er und umgekehrt. Da z. B. das Skelett als Hauptbestandteil zum Organisationsplan des menschlichen Körpers gehört, so besitzen alle mit einem Skelett ausgestatteten Tiere eine ausgebildetere, vollkommenere Organisation als die, denen es fehlt. Deshalb sind die wirbellosen Tiere unvollkommener als die Wirbeltiere.

Wenn man immer weiter in der Tierreihe zurückgeht, so wird ein Organsystem nach dem andern immer einfacher und verschwindet schliesslich ganz, endlich auch das letzte und allgemeinste Organ: der Nahrungskanal. Der Körper des einfachsten Tieres ist ein Organismus ohne Organe.

Die Betrachtung der allgemeinen Abstufung der Organisation von den unvollkommensten bis zu den vollkommensten Tieren und Pflanzen führt Lamarck auf den Gedanken, dass die Tiere unter sich und die Pflanzen unter sich in genetischem Zusammenhang stehen. So sagt er im Vorwort zur „Philosophie zoologique": „Wie hätte ich auch die eigentümliche Abstufung, die sich in der Organisation der Tiere von den vollkommensten bis zu den unvollkommensten zeigt, betrachten können, ohne nach der Ursache einer so positiven, so wichtigen und durch so viele Beweise verbürgten Tatsache zu fragen? Musste ich nicht annehmen, dass die Natur die verschiedenen Organismen nacheinander in der Weise hervorgebracht habe, dass sie vom Einfachen zum Komplizierten überging, da sich ja doch die Organisation in der tierischen

Stufenleiter von den unvollkommensten Tieren an stufenweise auf höchst bemerkenswerte Weise kompliziert?"

Wenn diese Ansicht richtig ist, so müssen die Tier- und Pflanzenarten veränderlich sein. Lamarck untersucht daher zunächst den Artbegriff und bemüht sich die Veränderlichkeit der Art zu beweisen. Die Arten müssen veränderlich sein, weil die Existenzbedingungen sich ändern. Wollte man die Konstanz der Arten dartun, so müsste man beweisen, dass die Existenzbedingungen seit Beginn des organischen Lebens dieselben geblieben sind. Ferner müsste man annehmen, dass die Individuen einer Art niemals mit den Individuen einer andern Art in geschlechtliche Verbindung treten können. Die Beobachtung zeigt aber das Gegenteil. Selbst Linné hat die Wichtigkeit dieses Einwurfs später erkannt.

Für die Veränderlichkeit der Art spricht ferner die Schwierigkeit, nahe verwandte Arten zu unterscheiden. Viele Arten grosser Gattungen gehen so ineinander über, dass man die Grenzen nur mit grosser Willkür bestimmen kann. Je weiter die Kenntnis der Tier- und Pflanzenwelt fortschreitet, desto grösser wird die Zahl der Übergangsformen.

Auch die Unmöglichkeit, Rassen, Varietäten und Arten scharf zu trennen, kommt hier in Betracht. Gewisse Individuenkomplexe werden häufig von dem einen Forscher als Arten, von dem andern als Varietäten bezeichnet.

Endlich verweist Lamarck auf die Veränderungen, die durch Domestikation hervorgerufen werden. Die Hunderassen sind seiner Ansicht nach durch Domestikation aus einer einzigen wilden wolfsähnlichen Art hervorgegangen, und mit Rücksicht darauf fragt er: „Wo findet man in der Natur die verschiedenen Rassen von Hunden, die wir durch die Domestikation hervorgebracht haben, die Doggen, Windhunde, Pudel, Wachtelhunde, Bologneserhündchen u. s. w., Rassen, die untereinander grössere Verschiedenheiten darbieten als die sind, die man bei den Tieren einer Gattung, die frei in der Natur leben, für spezifisch hält?"

Wenn nun die Arten veränderlich sind, so ist es auch durchaus berechtigt, anzunehmen, dass sämtliche heute lebenden Tier- und Pflanzenarten durch Umwandlung aus andern Arten, die früher gelebt haben, hervorgegangen sind.

Von diesem Standpunkt aus weist Lamarck die Unnatürlich-

keit und Unrichtigkeit der Methode nach, die die vollkommensten Tiere an den Anfang, die unvollkommensten an das Ende des Systems stellt. „Die natürliche Ordnung der Tiere“, sagt er, „ist die, in der diese Organismen ursprünglich gebildet worden sind.“

Lamarck betrachtet die Tiere daher in folgender Reihenfolge: 1. Unterste Tiere: mit Verdauungsorganen, ohne Nerven und Gefässe; 2. niedere Würmer und Strahltiere: ohne Längsnervenmark und Zirkulationssystem; 3. höhere Wirbellose: mit Gehirn, Längsnervenstrang, Arterien und Venen; 4. Wirbeltiere.

Auch über die Ursachen der Artveränderungen dachte Lamarck nach. Er stellte zwei Prinzipien auf, um die Entwicklung der Spezies zu erklären. Das Hauptprinzip ist die Wirksamkeit organischer Bildungsgesetze. Jedes lebende Wesen hat eine innere Kraft, die es notwendig zur Fortentwicklung treibt. Dadurch wird die Stufenreihe der Hauptklassen verursacht. Wäre dieses Prinzip das einzige, so wäre die Fortentwicklung durchaus regelmässig. Es gibt aber noch ein zweites Prinzip, das Störungen dieser regelmässigen Reihe bedingt: der Gebrauch und Nichtgebrauch der Organe.

In dem Masse als sich die Tiere auf der Erdoberfläche ausbreiteten, gelangten sie in neue Verhältnisse, wurden ihre Existenzbedingungen andere. Dadurch änderten sich auch die Bedürfnisse. Um die neuen Bedürfnisse zu befriedigen, musste das Tier andere Tätigkeiten ausführen, andere Gewohnheiten annehmen. Infolgedessen wurden Organe, die früher mehr gebraucht wurden, weniger gebraucht und umgekehrt. Der häufige und dauernde Gebrauch eines Organs entwickelte und vergrösserte es, der konstante Nichtgebrauch liess es schwächer werden. Alles, was die Tiere durch Gebrauch oder Nichtgebrauch erwarben oder verloren, wurde auf die Nachkommen vererbt.

Auf diese Weise ist z. B. der lange Hals der Giraffe entstanden. „Es ist bekannt“, sagt Lamarck, „dass dieses von Gestalt höchste aller Säugetiere in Innerafrika wohnt und in Gegenden lebt, wo der beinahe immer trockene und kräuterlose Boden es zwingt, das Laub der Bäume abzufressen und sich beständig anzustrengen, es immer höher hinauf zu erreichen. Aus dieser seit langer Zeit angenommenen Gewohnheit hat sich ergeben, dass bei den Individuen ihrer Rasse die Vorderbeine länger als

die Hinterbeine geworden sind und dass ihr Hals sich dermassen verlängert hat, dass die Giraffe, ohne sich auf ihren Hinterbeinen aufrecht zu erheben, mit aufgerichtetem Kopfe eine Höhe von sechs Metern erreicht."

Nach demselben Prinzip erklärt Lamarck die Schwimmhäute an den Füssen der Schwimmvögel, die langen Läufe der Watvögel, die lange Zunge der Spechte, die Flügel der Fledermäuse und ähnliche Charaktere.

Auf Nichtgebrauch sind dagegen die sog. rudimentären Organe zurückzuführen: die verkümmerten Augen der Blindmaus und des Olms, die zahnlosen Kiefer der Wale, der Mangel der Extremitäten bei den Schlangen, die verkümmerten Flügel bei gewissen Insekten.

Für die Pflanzen gelten nicht ganz dieselben Prinzipien, hier wird die Umwandlung hauptsächlich durch die direkte Einwirkung der Agentien der Aussenwelt, Nahrung, Klima etc. bedingt.

Auch den Menschen hat Lamarck zum Gegenstand seiner Betrachtungen gemacht. Der Mensch ist mit Rücksicht auf die Organisation unstreitig ein Tier, und zwar ein Wirbeltier. Unter den Wirbeltieren gehört er zu den Säugetieren, unter diesen steht er den Affen am nächsten. In bezug auf die Affen schrieb Lamarck schon 1802: „Anstatt alle auf demselben Niveau der Vollkommenheit zu stehen, zeigen sie untereinander ebensogrosse und sogar noch grössere Verschiedenheiten als die sind, die zwischen den vollkommensten von ihnen und dem Menschen existieren".

Er hat aber doch nicht ganz den Mut, die Abstammung des Menschen vom Affen offen und ohne Rückhalt zu behaupten, sondern schlägt einen indirekten Weg ein, um seine Ansichten zu verraten. Er zeigt, welche Modifikationen eine der höchst entwickelten Affenarten erleiden muss, wenn sie zu gewissen neuen Gewohnheiten gezwungen wird. Durch Aufgeben des Baumlebens und Kletterns erfolgt Angewöhnung an den aufrechten Gang, dadurch Veränderung der Gliedmassen, die Hinterfüsse verlieren die Entgegenstellbarkeit der grossen Zehe, die Unterschenkel erhalten Waden, die Hände erlangen immer grössere Kunstfertigkeit und werden zur Konstruktion von Waffen geschickt. Infolge des Gebrauchs künstlicher Waffen wird das Gebiss nicht mehr als Waffe benutzt, die Kiefer werden kleiner und treten zurück, die Zähne bekommen senkrechte Stellung. Mit Hülfe der Waffen erlangt

der Affe die Oberherrschaft über alle anderen Tiere und breitet sich über die ganze Erde aus. Zur Aufrechterhaltung seiner Herrschaft vereinigt er sich zu grösseren Gesellschaften, die Beziehungen der Individuen werden verwickelter, die Sprache entsteht, und das Gehirn bildet sich immer vollkommener aus.

„Dies“, meint Lamarck, „würden die Reflexionen sein, die man anstellen könnte, wenn der hier als die fragliche Rasse betrachtete Mensch sich von den Tieren nur durch seine Organisationscharaktere unterscheiden würde und wenn sein Ursprung nicht von dem ihrigen verschieden wäre.“

Irgend welche Anklänge an Darwins Selektionstheorie finden wir bei Lamarck nicht. Doch würdigt er die Bedeutung des Kampfes ums Dasein in folgenden Sätzen:

„Die Tiere fressen einander auf, ausgenommen die, die von Pflanzen leben. Man weiss, dass die stärkeren und besser bewaffneten die schwächeren auffressen und dass die grossen Arten die kleineren verschlingen. Die Vermehrung der kleinen Tierarten ist so bedeutend, dass diese kleinen Arten den anderen den Platz auf dem Erdboden versperren würden, wenn die Natur nicht ihrer verschwenderischen Vermehrung eine Grenze gesetzt hätte. Weil sie aber einer Menge anderer Tiere zur Beute dienen, weil ihre Lebensdauer sehr beschränkt ist und das Sinken der Temperatur sie zu Grunde richtet, so hält sich ihre Menge immer in den richtigen Grössenverhältnissen für die Erhaltung ihrer und für die der andern Arten. Was die grössern und stärkern Tiere anlangt, so würden sie notwendig vorherrschend werden und der Erhaltung vieler andern Arten schaden, wenn ihre Vermehrung zu grosse Dimensionen erlangen könnte. Aber ihre Arten verschlingen sich gegenseitig, sie vermehren sich nur langsam, was auch in dieser Beziehung das nötige Gleichgewicht aufrecht erhält.“

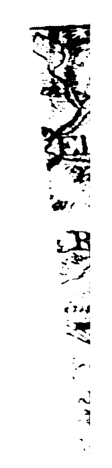
Fragen wir nun zum Schluss nach dem Einfluss der Lamarckschen Lehren auf Darwin, so ist dieser ein rein negativer zu nennen. In Briefen an Lyell und Hooker stellt Darwin Lamarcks Philosophie zoologique als ein wertloses Buch hin, das ihm nicht den geringsten Nutzen brachte. Er sucht Lyell zu überzeugen, dass die Entstehung der Arten nicht als blosse Modifikation der Lamarckschen Lehre aufzufassen sei.

„Ich glaube“, schreibt er an den grossen Geologen, „diese Art den Fall darzustellen, ist für die Annahme der Ansicht sehr

schädlich, da sie meine Ansicht in enge Verbindung mit einem Buche bringt, das ich nach zweimaligem überlegten Lesen für ein erbärmliches Buch halte und aus dem ich nichts gewonnen habe.“ Und an Hooker berichtet er: „Lamarck ist die einzige Ausnahme, deren ich mich erinnern kann, eines sorgfältigen Beschreibers von Spezies, der nicht an beständige Spezies geglaubt hat; er hat aber mit seinem widersinnigen, wenn schon geschickten Buche dem Gegenstand geschadet“.

Wenn Darwin sich so ausspricht, so dürfen wir es Lamarcks Zeitgenossen nicht allzusehr verübeln, wenn sie seine Tat nicht zu würdigen wussten und wenn Cuvier in seiner Gedenkrede in bezug auf Lamarcks Lehre schreiben konnte: „Ein System, das sich auf solche Grundlagen stützt, kann wohl die Einbildungskraft eines Dichters amüsieren, ein Metaphysiker kann daraus eine ganze Reihe neuer Systeme ableiten, aber es kann auch nicht einen Augenblick die Prüfung jemandes aushalten, der eine Hand, ein Eingeweide, ja nur eine Feder zergliedert hat“.

Darwin und Cuvier, die beiden grössten Biologen des neunzehnten Jahrhunders, begegnen sich hier in ihrem Urteil über Lamarcks Werk, obwohl sie von entgegengesetzten Gesichtspunkten ausgingen, sie vermissten beide bei Lamarck das, worauf sie ihre Ideen aufbauten: Tatsachen!



26°

48° 48°

26°

Topogr. Anstalt Winterthur. J. S.

